

**MAGNETO-OPTICAL RECORDING MEDIUM AND ITS RECORDING AND REPRODUCING METHOD**

Patent Number: JP8329540  
Publication date: 1996-12-13  
Inventor(s): SHIMAZAKI KATSUSUKE; YOSHIHIRO MASASHI; OTA NORIO; ISHIZUKA KAZUKO; SUGIYAMA TOSHINORI; IMAI SUSUMU  
Applicant(s): HITACHI MAXELL LTD  
Requested Patent: ☐ JP8329540  
Application Number: JP19960077029 19960329  
Priority Number (s):  
IPC Classification: G11B11/10; G11B11/10; G11B11/10  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** To realize a multi-level recording of a signal by using an ordinary magneto-optical recording medium for recording a two-digit signal.

**CONSTITUTION:** A recording signal of 01001001000111100110100011110011 is dividedly paired off from the first digit and is converted into a signal string of 01, 00, 10,..., 11, 00, 11. Further, the signal string is divided into a first signal string of 0010001101101101 and a second signal string of 1001011010001101. A first wide writing signal 201 is formed by a laser beam or an external magnetic field modulated by the first signal string. Then, the first writing signal string 201 is overwritten with a second narrow writing signal string 202 by means of a laser beam or an external magnetic field modulated by the second signal string 201.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-329540

(43) 公開日 平成8年(1996)12月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 11/10	5 0 6	9075-5D	G 1 1 B 11/10	5 0 6 J
		9075-5D		5 0 6 A
		9075-5D		5 0 6 N
	5 0 1	9075-5D		5 0 1 A
	5 8 6	9296-5D		5 8 6 A

審査請求 未請求 請求項の数44 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願平8-77029	(71) 出願人	000005810 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号
(22) 出願日	平成8年(1996)3月29日	(72) 発明者	島崎 勝輔 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平7-76144	(72) 発明者	吉弘 昌史 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
(32) 優先日	平7(1995)3月31日	(72) 発明者	太田 憲雄 大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マクセル株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 武 順次郎

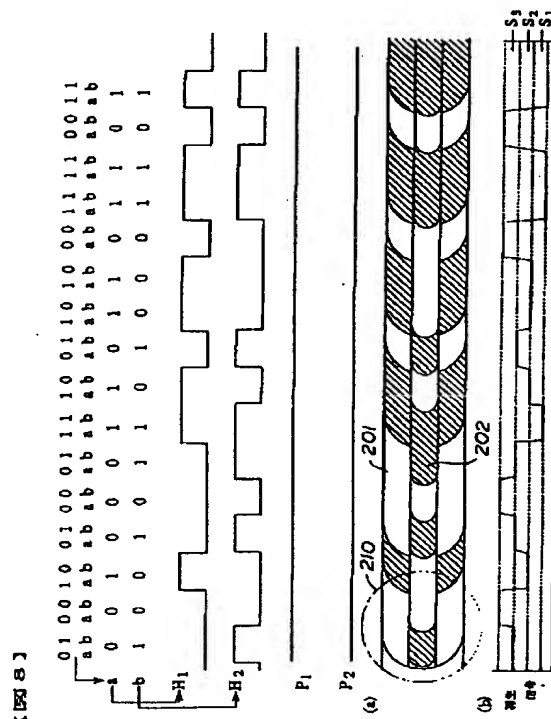
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光磁気記録媒体及びその記録再生方式

(57) 【要約】

【目的】 従来より2値信号を記録するものとして一般的な光磁気記録媒体を用いて、信号の多値記録を実現する。

【構成】 記録信号(01001001000111100110100011110011)を、先頭から2つずつの信号の組に区切り、(01)(00)(10).....(11)(00)(11)という信号列に変換する。さらに、各組の第1番目の信号と第2番目の信号とを別個に取りだすことによって、(0010001101101101)という第1の信号列と、(1001011010001101)という第2の信号列とに分割する。第1の信号列にて信号変調されたレーザービーム又は外部磁界によって、光磁気記録媒体に幅広の第1の書き込み信号列201を形成する。次いで、第2の信号列にて信号変調されたレーザービーム又は外部磁界によって、第1の書き込み信号列201の上に、幅狭の第2の書き込み信号列202を重ね書きする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高温状態においては、安定な磁化状態となる 2 つの互いに異なる磁界領域をもち、かつ低温状態においては、外部磁界がゼロの状態、高温時に印加された外部磁界の大きさに応じて 2 つの磁化状態が安定に存在する磁化特性を有する磁性層を備え、当該磁性層に設定された記録トラックに沿って信号が多値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層に信号が 4 値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層に信号が 6 値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層に信号が 8 値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層が、希土類と遷移金属を主成分とする非晶質垂直磁化膜からなることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光磁気記録媒体において、前記遷移金属が、[Co, Fe, Ni, Cr] から選択される少なくともいずれか 1 種類の遷移金属元素であり、前記希土類が、[Tb, Gd, Dy, Nd, Ho, Sm] から選択される少なくともいずれか 1 種類の希土類元素であることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 7】 請求項 1～6 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層の再生用レーザ光入射側に、再生用レーザ光が照射されたとき、前記磁性層に当該再生用レーザ光のスポット径よりも小さな開孔部を熱磁的に形成して、いわゆる磁気超解像方式の記録磁区読みだしを実現するための開孔部形成層及び切断層を選択的に設けたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 8】 請求項 1～6 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層の再生用レーザ光入射側に、再生用レーザ光が照射されたとき、前記磁性層に当該再生用レーザ光のスポット径よりも小さな開孔部を熱磁的に形成して、いわゆる磁気超解像方式の記録磁区読みだしを実現するための開孔部形成層を選択的に設けたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、データ記録領域を複数のデータ記録単位に分割し、各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号レベルについて少なくとも 1 つずつ記録したことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 10】 請求項 1～8 のいずれかに記載の光磁

気記録媒体において、データ記録領域を複数のデータ記録単位に分割し、各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、多値の信号レベル間の全てのエッジについて少なくとも 1 つずつ記録したことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 11】 請求項 1～8 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、データ記録領域を複数のデータ記録単位に分割し、各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号並びに前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号について、また多値の信号レベル間の全てのエッジについて、少なくとも 1 つずつ記録したことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 12】 請求項 9 又は 11 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号の各レベルの信号に、前後の信号レベルと光学的な干渉によるレベルシフトを生じない領域をもたせたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 13】 請求項 10 又は 11 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号の各エッジの信号に、前後のエッジの信号と光学的な干渉によるエッジシフトを生じない長さ以上にエッジ間隔を設定したことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 14】 請求項 10～13 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記データ記録単位が、セクタ構造を有する媒体におけるセクタであることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 15】 請求項 9～13 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記データ記録単位が、クロックの同期をとるための信号が一定間隔で記録された構造を有する媒体における、当該クロックの同期をとるための 1 の信号から次の同種の信号に至るまでの領域であることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 16】 請求項 9～13 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、前記データ記録単位が、任意のバイト数ごとに分割された領域であることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 17】 請求項 1～16 のいずれかに記載の光磁気記録媒体において、情報信号が、記録磁区のエッジ位置並びに磁化のパターンを含む磁化状態に対応するレベル位置の 2 パラメータによって 2 次元多値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 18】 請求項 1～16 のいずれかに記載の光

磁気記録媒体において、情報信号が、記録磁区のエッジ位置、磁化のパターンを含む磁化状態に対応するレベル位置、それに磁区の幅に対応するレベル位置の3パラメータによって3次元多値記録されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項19】 請求項1に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層又は当該磁性層を担持する基板に形成された案内溝によって、前記記録トラックが構成されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項20】 請求項1に記載の光磁気記録媒体において、前記磁性層又は当該磁性層を担持する基板に形成されたトラッキングビットによって、前記記録トラックが構成されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項21】 高温状態においては、安定な磁化状態となる2つの互いに異なる磁界領域をもち、かつ低温状態においては、外部磁界がゼロの状態、高温時に印加された外部磁界の大きさに応じて2つの磁化状態が安定に存在する磁化特性を有する一層の磁性層を備えた光磁気記録媒体に対して、記録トラックに沿ってレーザビームを照射する光学ヘッド及び前記磁性層のレーザビーム照射部に外部磁界を印加する磁気ヘッドを相対的に駆動し、記録信号を分割して得られる複数の信号列のうち、第1の信号列にて信号変調されたレーザビーム及び／又は外部磁界を用いて1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の上に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、第2の信号列にて信号変調されたレーザビーム及び／又は外部磁界を用いて重ね書きするという工程を全ての分割された信号列について繰り返し、前記1の記録トラック上に記録信号を多値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項22】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を2つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて(+)、

(一) 方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を4値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項23】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を3つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて(+)、

(一) 方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の

信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向にオフセットした位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第3の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を8値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項24】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を3つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて(+),

(一) 方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向にオフセットした位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第3の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を6値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項25】 請求項22～24のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光学ヘッドより一定強度のレーザビームを照射することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項26】 請求項22～24のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光学ヘッドより周期的又はパルス状に変調されたレーザビームを照射することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項27】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を2つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部に、当該第1の

書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を4値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項28】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を3つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向に偏奇した位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第3の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を8値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項29】 請求項21に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録信号を3つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向に偏奇した位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第3の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザービームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を6値記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項30】 請求項27～29のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記磁気ヘッドより一定強度の外部磁界を印加することを特徴とする

光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項31】 請求項27～29のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記磁気ヘッドより印加される外部磁界を、周期的又はパルス状に変動させることを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項32】 請求項21～31のいずれかに記載の記録再生方式にて信号が記録された光磁気記録媒体の記録トラックに沿って、スポット径が、前記第1の信号列を書き込むことによって形成される第1の書き込み信号列の幅と同等か、あるいはこれよりも大径の再生用レーザービームを照射し、光磁気記録媒体に記録された多値記録信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項33】 請求項21～32のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光磁気記録媒体に記録信号をマークポジション記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項34】 請求項21～32のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光磁気記録媒体に記録信号をマークエッジ記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項35】 請求項21～34のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光磁気記録媒体のデータ記録領域を複数のデータ記録単位に分割し、当該データ記録単位ごとに多値記録信号の記録再生を行うことを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項36】 請求項35に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号について少なくとも1つずつ記録し、前記データ記録単位からの多値記録信号を再生するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号に対応するスライスレベルの設定を行い、これらの各スライスレベルにて当該データ記録単位からの読出し信号をスライスして、前記多値記録信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項37】 請求項35に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、多値の信号レベル間の全てのエッジについて少なくとも1つずつ記録し、前記データ記録単位からの多値記録信号を再生するに際して

は、当該データ記録単位の前記部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号のエッジ検出の基準タイミングを生成し、これらの各基準タイミングにて当該データ記録単位からの読出し信号に含まれる各信号のエッジを独立に検出した後、前記エッジ検出の基準タイミングを基準にして各エッジ検出信号を合成し、前記多値記録信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項38】 請求項35に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際しては、当該データ記録単位の前記部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号を前記多値記録信号に含まれる各信号について少なくとも1つずつ記録すると共に、前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を多値の信号レベル間の全てのエッジについて少なくとも1つずつ記録し、前記データ記録単位からの多値記録信号を再生するに際しては、当該データ記録単位の前記部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号に対応するスライスレベルの設定を行い、これらの各スライスレベルにて当該データ記録単位からの読出し信号をスライスすると共に、当該データ記録単位の前記部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号のエッジ検出の基準タイミングを生成し、これらの各基準タイミングにて当該データ記録単位からの読出し信号に含まれる各信号のエッジを独立に検出した後、前記エッジ検出の基準タイミングを基準にして各エッジ検出信号を合成して、前記多値記録信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項39】 請求項34に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、任意のエッジの信号とその前後のエッジの信号とが光学的な干渉によるエッジシフトを生じない長さ以上の磁区長及び磁区間隔において一定の周期で記録磁区を形成すると共に、情報信号に応じて記録磁区のエッジ位置を記録磁区周期よりも十分に小さな範囲で2段階以上に段階的に変調させることによって前記光磁気記録媒体に多値記録信号をマークエッジ記録し、記録磁区のエッジ位置及び磁化状態に対応するレベル位置の2パラメータによる2次元多値記録を行うことを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項40】 請求項21～32のいずれかに記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、記録用レーザービームの強度と記録パルス幅を同時に制御することによって、記録磁区長と記録磁区幅を変化させて多重記録を行い、記録磁区のエッジ位置、磁化のパターンを含む磁化状態に対応するレベル位置、それに軸の幅に対応するレベル位置の3パラメータによる3次元多値記録を行うことを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項41】 信号検出用の光検出器として各受光面が書き込み信号列の記録方向及びそれと直角の方向に2つずつ配列された2つの4分割光検出器を有する記録再生装置を用い、相隣接して形成された2つの書き込み信号列に同時に1つの再生用レーザービームスポットを照射してその反射光を前記4分割光検出器を構成する各受光面にて受光し、前記2つの4分割光検出器の対応する受光面の出力信号を差動検出する記録再生方式であって、第1の4分割光検出器の受光面の出力信号をD1、D2、D3、D4とし、第2の4分割光検出器の受光面の出力信号をD1'、D2'、D3'、D4'としたとき、

$$(D1-D1') + (D2-D2') + (D3-D3') + (D4-D4'),$$

$$(D1-D1') - (D2-D2') + (D3-D3') - (D4-D4'),$$

の演算を行い、この演算データを基にして前記2つの書き込み信号列に記録された2値信号を独立に再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項42】 p列(p=2, 3, 4, ...)の記録トラックに2値信号列を隣接して書き込み、これらp列の記録トラックに同時に1つの再生用レーザービームスポットを照射してその反射光を光検出器にて受光し、n>pなるn値の信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項43】 2m+1列(m=1, 2, 3, ...)の記録トラックに2値信号列を隣接して書き込み、これら2m+1列の記録トラックに同時に1つの再生用レーザービームスポットを照射してその反射光を光検出器にて受光し、 $L \leq (2 \text{ の } 2m \text{ 乗})$ を満足するL値の信号を再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【請求項44】 請求項42又は43に記載の光磁気記録媒体の記録再生方式において、前記光磁気記録媒体として磁気超解像型の光磁気記録媒体を用いたことを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光磁気記録媒体とその記録再生方式とに係り、特に、信号が多値記録された光磁気記録媒体の構成と、光磁気記録媒体の磁性層に信号を多値記録する方法とに関する。

【0002】

【従来の技術】 光磁気記録媒体の分野においては、記録密度の高密度化が最も重要な技術的課題の1つになっている。従来より、光磁気記録媒体の高密度化手段としては、例えば第13回日本応用磁気学会学術講演概要集

(1989年発行)の第63頁や、Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 28(1989) Supplement 28-3 pp. 343-347に記載されているように、信号を多値記録する方式が提案されている。公知例の多値記録方式は、互いに保磁力が異なる複数の磁性層を積層し、磁性層に印加す

る磁界強度を多段階に変調することによって、特定の磁性層の磁化を選択的に磁化反転させるというものである。これらの方式によれば、互いに保磁力が異なる3層の磁性層を設けることによって、信号の4値記録が可能になるとされている。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、公知例に係る多値記録方式によると、磁性層が3層に積層された光磁気記録媒体を用いなくてはならないので、光磁気記録媒体の構成が複雑化し、光磁気記録媒体が高価になるという不都合がある。

【0004】また、公知例に係る多値記録方式によると、信号の記録時に光磁気記録媒体にレーザビームを照射して各磁性層をキュリー温度の近傍まで昇温したときに、各磁性層の保磁力の差がほとんどなくなるため、各磁性層を選択的に磁化反転させることが事実上困難である。仮に、各磁性層の磁気特性を厳密に調整すると共に、記録時のレーザ強度及び外部磁界強度を厳密に制御することによって、各磁性層を選択的に磁化反転させることが実験室レベルで可能になったとしても、そのような光磁気記録媒体及び記録再生装置を量産することはコストの点から不可能である。また、記録時のレーザ強度及び外部磁界強度の変動に対するマージンが極めて小さくなるために、安定な記録再生状態を長期間維持することが不可能であり、到底実用性がない。なお、各磁性層をキュリー温度の近傍まで昇温せず、各磁性層の保磁力の差が十分に大きい状態で信号の記録を行うようにすれば、かかる不都合を生じないが、その反面、信号の記録消去に大磁界が必要になるため、磁気ヘッド等の磁界発生装置が大型化して記録再生装置が大型化し、かつ消費電力も増加するといった別の重大な不都合を生じるので、やはり実用化が事実上不可能である。

【0005】以下、図42に基づいて、従来技術の不都合をより詳細に説明する。なお、ここでは、説明を容易にするために、図42(b)に符号A、Bで示される保磁力の温度特性を有する2層の磁性膜（磁性層）が基板上に積層された光磁気記録媒体を例にとって説明する。

【0006】①記録用レーザビームの照射部は、各磁性層のキュリー温度以上あるいはその付近まで昇温されるため、図42(b)に示すように、各磁性層の保磁力が室温において大きく異なっても昇温部ではその差が著しく小さくなる。よって、各磁性層を選択的に磁化反転させることが事実上困難である。

【0007】②記録用レーザビームの照射部は、図42(a)に示すように、その微小な領域内に、室温からキュリー温度以上にまで達する急峻な温度分布がある。したがって、それに伴う当該領域内の各磁性層における保磁力の分布も、図42(c)に示すように急峻となり、印加磁界をどの大きさに設定しても記録ドメインの大きさがわずかに変化するに過ぎず、2つの磁性層を印加磁

界の大きさにより分離して記録することができない。

【0008】③各磁性層A、Bから読みだされる信号の搬送波対雑音比は、記録時の外部磁界強度に対して、図42(d)に示すようになる。すなわち、磁性層Aから読みだされる信号の搬送波対雑音比と磁性層Bから読みだされる信号の搬送波対雑音比とは、記録時の外部磁界強度に関して、未記録領域と記録領域の遷移領域とがほとんど重複しており、それぞれの磁化の違いによる記録部への漏洩磁界の差によりわずかにずれるに過ぎない。したがって、これらの各磁性層A、Bを積層してなる光磁気記録媒体においては、読出し信号の搬送波対雑音比が図42(e)に示すように安定な記録状態が1つしかなく、外部磁界の切り換えによる記録信号の多値化は不可能である。

【0009】④さらに、この光磁気記録媒体に例えば磁界変調方式によって信号を記録する場合、より大きな外部磁界を印加して保磁力がより大きな磁性膜に対する信号の記録を行う際、外部磁界が所定の値に達するまでの遷移過程で必ず保磁力がより小さな磁性膜に対する記録磁界の値を通過するため、より大きな外部磁界による記録部分の周辺により小さな外部磁界による記録部分が必ず形成される。このため、高S/Nの再生信号が得られないばかりか、信号の記録を高密度に行うと、より大きな外部磁界による記録部分であるのか、本来のより小さな外部磁界による記録部分であるかの判別が困難になり、記録密度を高めることもできないという問題もある。かかる不都合は、光変調方式によって信号を記録する場合にも同様に起る。

【0010】本発明は、かかる従来技術の不備を解決するためになされたものであって、その目的は、安価にして記録情報量が大きい光磁気記録媒体を提供すること、及びこのような光磁気記録媒体を作製するための信号の多値記録方式を提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記の諸課題を解決するため、光磁気記録媒体に関しては、情報を記録するための磁性層として、高温状態においては、安定な磁化状態となる2つの互いに異なる磁界領域をもち、かつ低温状態においては、外部磁界がゼロの状態、高温時に印加された外部磁界の大きさに応じて2つの磁化状態が安定に存在する磁化特性を有する磁性層のみを有する光磁気記録媒体に、信号を多値記録するという構成にした。具体的には、前記磁性層に信号が4値記録されたもの、6値記録されたもの、8値記録されたものなどがある。

【0012】前記磁性層としては、希土類と遷移金属を主成分とする非晶質垂直磁化膜が好適であり、さらには、希土類と遷移金属との非晶質合金が特に好適である。前記遷移金属としては、[Co, Fe, Ni, Cr]のグループから選択される少なくともいずれか1種



類の遷移金属元素が好適であり、また前記希土類としては、[Tb, Gd, Dy, Nd, Ho, Sm] のグループから選択される少なくともいずれか1種類の希土類元素が好適である。

【0013】光磁気記録媒体には、必要に応じて、磁性層の下層又は上層に、他の膜体を積層することができる。例えば、前記磁性層の再生用レーザ光入射側に、再生用レーザ光が照射されたとき、前記磁性層に当該再生用レーザ光のスポット径よりも小さな開孔部を熱一磁氣的に形成して、いわゆる磁気超解像方式の記録磁区読みだしを実現するための開孔部形成層及び切断層を選択的に設けることができる。また、前記磁性層の再生用レーザ光入射側に、再生用レーザ光が照射されたとき、前記磁性層に当該再生用レーザ光のスポット径よりも小さな開孔部を熱一磁氣的に形成して、いわゆる磁気超解像方式の記録磁区読みだしを実現するための開孔部形成層を選択的に設けることができる。その他、前記磁性層の再生用レーザ光入射側に、再生用レーザ光を多重干渉させて見掛け上の磁気光学効果を改善する無機誘電体層を設けたり、前記磁性層の外面に、反射層や保護層を設けることもできる。

【0014】光磁気記録媒体のプリフォーマットに関しては、データ記録領域を複数のデータ記録単位に分割し、各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号レベルについて少なくとも1つずつ記録する構成にした。また、前記各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、多値の信号レベル間の全てのエッジについて少なくとも1つずつ記録する構成にした。さらには、前記各データ記録単位の先頭部分に、当該データ記録単位に記録される多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号並びに前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号について、また多値の信号レベル間の全てのエッジについて、少なくとも1つずつ記録する構成にした。

【0015】前記スライスレベルを設定するためのテスト信号は、前後の信号レベルと光学的な干渉によるレベルシフトを生じない領域をもたせることができる。また、前記タイミング信号を生成するためのテスト信号は、前後のエッジの信号と光学的な干渉によるエッジシフトを生じない長さ以上にエッジ間隔を設定することができる。

【0016】前記データ記録単位は、セクタ構造を有する媒体においては、当該セクタとすることができ、クロックの同期をとるための信号が一定間隔で記録された構

造を有する媒体においては、当該クロックの同期をとるための1の信号から次の同種の信号に至るまでの領域とすることができる。さらには、データ記録領域を任意のバイト数ごとに分割して、データ記録単位とすることもできる。

【0017】前記の各光磁気記録媒体には、情報信号を、記録磁区のエッジ位置並びに磁化状態に対応するレベル位置の2パラメータによって2次元多値記録すること、並びに、記録磁区のエッジ位置、磁化状態に対応するレベル位置、それに磁区の幅に対応するレベル位置の3パラメータによって、情報信号を3次元多値記録することもできる。

【0018】さらに、前記の各光磁気記録媒体には、記録トラックの形成手段として、案内溝をプリフォーマットすることもできるし、トラッキングピット（ウォブルピット）をプリフォーマットすることもできる。これらの案内溝やトラッキングピットは、前記磁性層に磁気信号の形で書き込むこともできるし、前記磁性層を担持する基板の表面に凹凸の形で記録することもできる。

【0019】次に、光磁気記録媒体の記録再生方式に関しては、前記の光磁気記録媒体、すなわち、高温状態においては、安定な磁化状態となる2つの互いに異なる磁界領域をもち、かつ低温状態においては、外部磁界がゼロの状態、高温時に印加された外部磁界の大きさに応じて2つの磁化状態が安定に存在する磁化特性を有する一層の磁性層を備えた光磁気記録媒体に対して、記録トラックに沿ってレーザビームを照射する光学ヘッド及び前記磁性層のレーザビーム照射部に外部磁界を印加する磁気ヘッドを相対的に駆動し、記録信号を分割して得られる複数の信号列のうち、第1の信号列にて信号変調されたレーザビーム及び／又は外部磁界を用いて1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の上に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、第2の信号列にて信号変調されたレーザビーム及び／又は外部磁界を用いて重ね書きするという工程を全ての分割された信号列について繰り返し、前記1の記録トラック上に記録信号を多値記録する構成にした。

【0020】より具体的には、まず第1に、記録信号を2つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて（+）、（-）方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を4値記録する構成にした。



13

【0021】第2に、記録信号を3つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて(+)、

(一) 方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向にオフセットした位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第3の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を8値記録する構成にした。

【0022】第3に、記録信号を3つの信号列に分割し、前記光学ヘッドよりレーザビームを1の記録トラックに沿って照射しつつ、第1の信号列にて(+)、

(一) 方向に信号変調された外部磁界を当該レーザビーム照射部に印加して、1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向にオフセットした位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第2の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記光学ヘッドよりレーザビームを当該1の記録トラックに沿って照射しつつ、第3の信号列にて信号変調された外部磁界を用いて重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を6値記録する構成にした。

【0023】なお、前記第1～第3の記録再生方式を実行するに際しては、前記光学ヘッドより一定強度のレーザビームを照射することもできるし、周期的又は

(+)、(一) 方向に変調されたレーザビームを照射することもできる。

【0024】また、前記第1～第3の記録再生方式は、所謂磁界変調方式による信号記録を応用したものであるが、所謂光変調方式による信号記録を応用しても、同様の多値記録を実行できる。以下の第4～第6に、所謂光変調方式による信号記録を応用した場合の記録再生方式を示す。

【0025】より具体的な第4の記録再生方式は、記録信号を2つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパル

14

ス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を4値記録する構成にした。

10 【0026】より具体的な第5の記録再生方式は、記録信号を3つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向に偏奇した位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第3の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を8値記録する構成にした。

30 【0027】より具体的な第6の記録再生方式は、記録信号を3つの信号列に分割し、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第1の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射し、当該1の記録トラックに対する第1の信号列の書き込みを行った後、当該第1の書き込み信号列の中心部よりトラック幅方向に偏奇した位置に、当該第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第2の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第2の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、さらに、前記第1の書き込み信号列上であって前記第2の書き込み信号列と重ならない位置に、前記第1の書き込み信号列よりも幅の狭い第3の書き込み信号列を、前記磁気ヘッドより前記磁性層に外部磁界を印加しつつ、第3の信号列にてパルス状に信号変調されたレーザビームを1の記録トラックに沿って照射することによって重ね書きし、当該1の記録トラック上に、記録信号を6値記録する構成にした。

50 【0028】なお、前記第4～第6の記録再生方式を実行するに際しては、前記磁気ヘッドより一定強度の外部磁界を印加することもできるし、周期的又はパルス状に

変調された外部磁界を印加することもできる。

【0029】記録信号の再生方式としては、前記の各方式にて信号が記録された光磁気記録媒体の記録トラックに沿って、スポット径が、前記第1の信号列を書き込むことによって形成される第1の書き込み信号列の幅と同等か、あるいはこれよりも大径の再生用レーザビームを照射し、光磁気記録媒体に記録された多値記録信号を再生する構成にした。

【0030】上記の記録信号は、光磁気記録媒体にマークポジション記録することもできるし、マークエッジ記録することもできる。

【0031】データ記録領域が複数のデータ記録単位に分割された光磁気記録媒体については、当該データ記録単位ごとに多値記録信号の記録再生が行われる。

【0032】前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号を、前記多値記録信号に含まれる各信号について少なくとも1つずつ記録し、前記データ記録単位からの多値記録信号を再生するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号に対応するスライスレベルの設定を行い、これらの各スライスレベルにて当該データ記録単位からの読出し信号をスライスして、前記多値記録信号を再生するという記録再生方式をとることができる。

【0033】また、前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号を、多値の信号レベル間の全てのエッジについて少なくとも1つずつ記録し、前記データ記録単位からの多値記録信号を再生するに際しては、当該データ記録単位の先頭部分から前記テスト信号を読み出して、前記多値記録信号に含まれる各信号のエッジ検出の基準タイミングを生成し、これらの各基準タイミングにて当該データ記録単位からの読出し信号に含まれる各信号のエッジを独立に検出した後、前記エッジ検出の基準タイミングを基準にして各エッジ検出信号を合成し、前記多値記録信号を再生するという記録再生方式をとることができる。

【0034】さらには、前記データ記録単位に多値記録信号を記録するに際して、当該データ記録単位の先頭部分あるいは一定間隔ごとに、前記多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号と、前記多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号とを記録し、これらのテスト信号から読みだされる信号をもとに多値記録信号を再生することもできる。

【0035】これらの記録再生方式によると、前記光磁

気記録媒体に多値記録信号をマークエッジ記録することによって、記録磁区のエッジ位置及び磁化のパターンを含む磁化状態に対応するレベル位置の2パラメータによる2次元多値記録を行うことができる。また、記録用レーザビームの強度と記録パルス幅を同時に制御することによって、記録磁区長を一定に保ちつつ記録磁区幅を変化させ、記録磁区のエッジ位置、磁化のパターンによる磁化状態に対応するレベル位置、それに磁区の幅に対応するレベル位置の3パラメータによる3次元多値記録を行うこともできる。

【0036】上記の各記録再生方式に加えて、下記の各記録再生方式によっても、多値信号の記録再生を実現できる。

【0037】すなわち、信号検出用の光検出器として各受光面が書き込み信号列の記録方向及びそれと直角の方向に2つずつ配列された2つの4分割光検出器を有する記録再生装置を用い、相隣接して形成された2つの書き込み信号列に同時に1つの再生用レーザビームスポットを照射してその反射光を前記4分割光検出器を構成する各受光面に受光し、前記2つの4分割光検出器の対応する受光面の出力信号を差動検出する記録再生方式であって、第1の4分割光検出器の受光面の出力信号をD1、D2、D3、D4とし、第2の4分割光検出器の受光面の出力信号をD1'、D2'、D3'、D4'としたとき、

$$(D1-D1') + (D2-D2') + (D3-D3') + (D4-D4'),$$

$$(D1-D1') - (D2-D2') + (D3-D3') - (D4-D4'),$$

の演算を行い、この演算データを基にして前記2つの書き込み信号列に記録された2値信号を独立に再生する。

【0038】また、p列(p=2, 3, 4, ...)の記録トラックに2値信号列を隣接して書き込み、これらp列の記録トラックに同時に1つの再生用レーザビームスポットを照射してその反射光を光検出器にて受光し、n>pなるn値の信号を再生する。

【0039】さらには、2m+1列(m=1, 2, 3, ...)の記録トラックに2値信号列を隣接して書き込み、これら2m+1列の記録トラックに同時に1つの再生用レーザビームスポットを照射してその反射光を光検出器にて受光し、L≦(2の2m乗)を満足するL値の信号を再生する。

【0040】後2者の記録再生方式を実行するに際しては、記録密度が高められることから光磁気記録媒体として磁気超解像型の光磁気記録媒体を用いることが特に好ましい。

【0041】

【作用】高温状態においては、安定な磁化状態となる2つの互いに異なる磁界領域をもち、かつ低温状態においては、外部磁界がゼロの状態、高温時に印加された外部磁界の大きさに応じて2つの磁化状態が安定に存在する磁化特性を有する磁性層を備えた光磁気記録媒体は、

従来より、2値信号を記録する光磁気記録媒体として一般的に使用されているものである。

【0042】一方、光磁気記録媒体に記録される2値信号は、適宜の方法によって、複数の信号列に分割することができる。例えば、(01001001000111100110100011110011)という2値記録信号は、先頭から2つつつ区切ることによって、(01)(00)(10)(01)(00)(01)(11)(10)(01)(10)(10)(00)(11)(11)(00)(11)という信号列に変換でき、さらに、各組の第1番目の信号と第2番目の信号とを別個に取りだすことによって、(0010001101101101)という第1の信号列と、(1001011010001101)という第2の信号列とに分割できる。

【0043】前記光磁気記録媒体に対する前記第1の信号列の記録は、従来より一般的に行われている光磁気記録媒体に対する2値信号の記録と同じであるので、公知に属する方法で行うことができる。また、光磁気記録媒体に書き込まれた第1の信号列上への前記第2の信号列の重ね書きは、第1の書き込み信号列の磁化を反転可能な条件にレーザ強度及び/又は外部磁界強度を設定すれば可能である。さらに、第1の書き込み信号列上に第2の信号列を重ね書きする際に、第1の書き込み信号列の幅(磁化ドメインの幅)よりも第2の信号列の幅を小さくし、第1の書き込み信号列の一部を第2の信号列に書き換えることも、レーザ光の強度やレーザスポットの大きさを調整することによって可能である。加えて、第1の書き込み信号列の先頭と第2の書き込み信号列の先頭とを同期させることも、従来技術を用いて容易にできる。したがって、同一のトラック上に複数回記録用レーザビームを操作することにより、分割された複数の信号列を、同一のトラック上に、夫々異なる幅で記録することができる。

【0044】かように、同一のトラック上に、異なる幅で、第1の信号列及び第2の信号列をトラック方向に同期して重ね書きすると、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“1”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域とは、第1の書き込み信号列の幅と同じかそれよりも大径の再生用レーザスポットを照射したとき、夫々再生用レーザスポットが照射された領域の合計の磁化状態が異なるので、4値の記録信号を検出できる。また、記録信号を3つの信号列に分割し、同一のトラック上にこれら3つの信号列を重ね書きすれば、同様の原理によって、6値又は8値の信号記録を行える。

【0045】よって、従来より2値信号を記録するもの

として一般的に使用されている光磁気記録媒体を用いて、信号の多値記録を実現でき、安価にして記録情報量が大きい光磁気記録媒体を提供できる。

【0046】

【実施例】本発明の実施に適用される光磁気記録媒体の第1例を、図1～図4に基づいて説明する。図1は実施例に係る光磁気記録媒体の要部断面図、図2は実施例に係る光磁気記録媒体のトラックフォーマットの説明図、図3は実施例に係る光磁気記録媒体のサーボ領域及び記録領域の説明図、図4は磁性層の磁気特性を示すグラフ図である。

【0047】図1から明らかなように、本例の光磁気記録媒体は、片面に所望のプリフォーマットパターン2が形成された透明基板1と、プリフォーマットパターン2上に形成された第1誘電体層3と、第1誘電体層3上に形成された磁性層4と、磁性層4上に形成された第2誘電体層5と、第2誘電体層5上に形成された反射層6と、反射層6上に形成された保護層7とからなる。

【0048】透明基板1としては、例えばポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルペンテン、エポキシなどの透明樹脂材料を所望の形状に成形したものや、所望の形状に形成されたガラス板の片面に所望のプリフォーマットパターン2が転写された透明樹脂層を密着したものなど、公知に属する任意の透明基板を用いることができる。

【0049】プリフォーマットパターン2は、記録トラック及び当該記録トラックを分割してなるデータ記録単位を画定するものであって、図1に示すように、透明基板1の表面に凹凸の形で記録することもできるし、磁性層4に光磁気信号として記録することもできる。図2は、サンプルサーボ方式の光磁気記録媒体に形成されるプリフォーマットパターンの一例を示すものであって、記録トラック11が多数のデータ記録単位12に分割され、各データ記録単位12が、ID領域13と、サーボ領域14と、データ領域15とに分割されている。ID領域13には、各データ記録単位12の境界を示すマークや当該データ記録単位12のアドレス、それに誤り検出符号などが形成される。サーボ領域14には、図3に示すように、記録又は再生用のレーザビームを記録トラック11に沿って走査するためのトラッキングビット16と、記録領域14に記録される多値記録信号に含まれる各信号のスライスレベルを設定するためのテスト信号(レベル検出用ビット)17及び/又は多値記録信号のエッジを検出するタイミングの基準となるタイミング信号を生成するためのテスト信号(タイミング検出用ビット)18と、信号の記録再生に必要な基準クロックを引き込むために必要な埋め込みクロックビット18aとが形成される。また、データ領域15には、多値記録信号が、光磁気記録信号として記録される。なお、サーボ領域14にトラッキングビット16を備える構成に代え

て、記録又は再生用のレーザビームを記録トラック11に沿って案内する案内溝を、透明基板1に形成することもできる。また、前記のレベル検出用ピット17及びタイミング検出用ピット18は、光磁気信号として記録することもできるし、基板上の凹凸として形成し、その幅、長さ、深さ等によって、テスト信号の各レベルを設定することができる。

【0050】第1及び第2の誘電体層3、5は、膜内で再生用光ビームを多重干渉させ、見掛け上のカー回転角を増加するために設けられるものであって、前記透明基板1よりも屈折率の大きい無機誘電体にて形成される。誘電体層材料としては、シリコン、アルミニウム、ジルコニウム、チタン、タンタルの酸化物又は窒化物が特に好適である。第1誘電体層3は、600Å～1200Åの膜厚に形成される。また、第2の誘電体層5は、これと同等か、これよりも薄く形成される。

【0051】磁性層4としては、下記の一般式で表される非晶質垂直磁化膜を用いることができる。その膜厚は、20～500Åが好適である。

#### 【0052】

一般式； $(Tb_{100-A}Q_A)XFe_{100-X-Y-Z}CoYMz$

但し、 $15\text{原子}\% \leq X \leq 35\text{原子}\%$

$5\text{原子}\% \leq Y \leq 15\text{原子}\%$

$0\text{原子}\% \leq Z \leq 10\text{原子}\%$

$0\text{原子}\% \leq A \leq 20\text{原子}\%$

Tbは希土類元素であるテルビウム、Feは遷移金属である鉄、Coは遷移金属であるコバルト、Mは〔Nb, Cr, Pt, Ti, Al〕のグループから選択された少なくとも1種類の元素QはGd, Nd, Dyから選択された少なくとも1種類の元素。

【0053】この組成を有する希土類-遷移金属系の非晶質合金は、図4に示すように、外部磁界に対する相対信号出力の変化における記録状態と非記録状態の遷移領域がほぼゼロ磁界付近になり、ゼロ磁界以下の磁界領域及びゼロ磁界以上の磁界領域に記録信号の“0”と

“1”を割り当てることによって、2値の信号記録が可能になる。

【0054】反射層6は、反射率を高めることで媒体の実効カー回転角を高めると共に、熱伝導率を調整することで媒体の記録感度を調整するために設けられるものであって、再生用光ビームに対して高い反射率を有する物質から形成される。具体的には、〔Al, Ag, Au, Cu, Be〕のグループから選択された1種以上の金属元素と、〔Cr, Ti, Ta, Sn, Si, Rb, Fe, Nb, Mo, Li, Mg, W, Zr〕のグループから選択された1種以上の金属元素からなる合金が特に好適であり、この種の合金を用いた場合、300Å～1000Åの膜厚に形成される。

【0055】保護層7は、膜体3～6を機械的衝撃や化学的な悪影響から保護するためのものであって、膜体全

体を覆って被着される。保護層材料としては、樹脂材料を挙げることができる。特に、成膜が容易であることから、紫外線硬化型樹脂が好適である。

【0056】次に、本発明の実施に適用される光磁気記録媒体の第2例を、図5に基づいて説明する。本例の光磁気記録媒体は、信号の2値記録が可能な前記の光磁気記録媒体に、所謂磁気超解像を実現するための膜体を付加したことを特徴とする。

【0057】この図から明らかなように、本例の光磁気記録媒体は、透明基板1上に、第1誘電体層101と、開口部形成層102と、切断層103と、磁性層104と、第2誘電体層106と、反射層112と、保護層7とから原則的に形成される。

【0058】開口部形成層102と切断層103と磁性層104は、室温において互いに磁氣的に交換結合する磁性膜をもって構成され、再生用レーザビームの入射方向に対して、この順に積層される。これらの磁性膜102、103、104は、開口部形成層102のキュリー温度を $T_{c1}$ 、その保磁力を $H_{c1}$ 、切断層103のキュリー温度を $T_{c2}$ 、その保磁力を $H_{c2}$ 、磁性層104のキュリー温度を $T_{c3}$ 、その保磁力を $H_{c3}$ とし、室温を $T_0$ 、切断層103及び磁性層104が開口部形成層102に及ぼす交換磁界を $H_w$ 、再生時に印加する外部磁界（以下、再生磁界という）を $H_r$ とすると下記の①～④の条件を満たすように、キュリー温度及び保磁力が調整される。

① $T_0 < T_{c2} < T_{c1}$ ,  $T_{c3}$

② $H_{c1} + H_w < H_r$

（但し、再生時に切断層103のキュリー温度 $T_{c2}$

またはその近傍まで昇温する領域において）

③ $H_{c3} > H_r$

（但し、再生時に切断層103のキュリー温度 $T_{c2}$ またはその近傍まで昇温する領域において）

④ $H_{c1} < H_w$

（但し、室温において）。

【0059】以下、このように構成された光磁気記録媒体からの信号の再生原理を、図6に基づいて説明する。光磁気記録媒体には、図6(a)に示すように、記録トラックに沿って、再生用光ビーム130のスポット径Dよりも小径の記録マーク120aが、再生用光ビーム130のスポット径Dよりも小さなピッチで記録されている。

【0060】光学ヘッド及び磁気ヘッドに対して光磁気記録媒体を相対的に駆動しつつ、光磁気記録媒体に再生用光ビーム130を照射すると、そのエネルギーによって開口部形成層102、切断層103、磁性層104が昇温されるが、矢印Aの方向に光磁気記録媒体を駆動しつつ記録トラックに沿って再生用光ビーム130を照射すると、再生用光ビーム130の照射時間の差から、図6(b)に示すように、スポット131の後縁部分が最も

高温になる。そこで、再生用光ビーム130の強度を、当該高温領域131aの温度が切断層103のキュリー温度 $T_{c2}$ 以上又はその近傍になるように調整すると、切断層103及び磁性層104が開口部形成層102に及ぼす交換磁界 $H_w$ がゼロ若しくは非常に小さな値となり、開口部形成層102と磁性層104との間の磁氣的結合が断ち切られる。

【0061】この状態で、 $H_{c1} + H_w$ よりも大きな再生磁界 $H_r$ を各磁性膜に印加すると、図6(a)に示すように開口部形成層102の高温領域131aに対応する部分の磁化が再生磁界方向に揃えられ、その領域における開口部形成層102の記録マーク102aは消失する。一方、高温領域131a以外の部分では、交換磁界 $H_w$ は大きな値を維持しており、開口部形成層102と磁性層104とは磁氣的に結合されているので、開口部形成層102に記録された記録マーク102aはそのまま保たれている。したがって、記録トラックに沿って再生用光ビーム130を操作したとき、高温領域131a中の記録マーク120aが信号の読出しに関してマスクされ、スポット131のうちの高温領域131aを除く三日月形の部分のみがアパーチャとなって、記録マーク120aからの信号が読み出される。よって、磁区間ピッチがスポット径Dの1/2程度に調整された光磁気記録媒体からの信号の読み出しが可能になり、再生分解能が向上する。

【0062】なお、磁性層104の保磁力 $H_{c3}$ は、再生磁界 $H_r$ よりも大きく設定されているので、再生磁界 $H_r$ の印加によって磁性層104の記録マーク120aが消去されることはない。また、光磁気記録媒体の駆動に伴って再生用光ビーム130の照射部から外れた部分は、順次室温まで冷却され、切断層103の温度が $T_{c2}$ 以下まで冷却された段階で、再度各磁性膜間に交換磁界 $H_w$ が復活する。よって、その交換結合力によって磁性層104の反転磁区が開口部形成層102に転写されるので、信号の再生動作を繰り返しても、当初の記録状態が消失することはない。

【0063】図7に、磁気超解像方式による多値記録信号再生方法の他の例を示す。本例の再生方式は、図6の方法とは異なり、光学ヘッドの上流側において開口部形成層102に初期化磁界を印加し、高温部131aにアパーチャを形成することを特徴とする。

【0064】なお、磁気超解像方式の光磁気記録媒体は、必ずしも図6、図7に示した膜構造を有するものに限定されるものではなく、必要に応じて1ないし複数の膜体を省略することもできるし、必要に応じて1ないし複数の膜体を加えることもできる。例えば、切断層103については、これを省略することもできる。

【0065】以下、本発明に係る光磁気記録媒体の多値記録方法について説明する。

【0066】〈多値記録再生方法の第1例〉本例の多値

記録方法は、図1又は図5に表示した光磁気記録媒体に、磁界変調方式により信号を4値記録することの特徴とする。

【0067】まず、光磁気記録媒体をターンテーブル等の媒体駆動部に装着し、透明基板側に光学ヘッドを、保護層側に磁気ヘッドを配置する。媒体駆動部を起動して光磁気記録媒体と光学ヘッド及び磁気ヘッドとを相対的に所定の線速度で駆動し、光学ヘッド及び磁気ヘッドを所定のトラックに位置付ける。しかる後に、光学ヘッドより当該所定の記録トラックに沿って一定強度のレーザビームを照射しつつ、磁気ヘッドより所望の記録信号にてパルス状に信号変調された磁界を印加して信号の記録を行う。

【0068】この場合、図8に示すように、2値信号である記録信号(01001001000111100110100011110011)を、先頭から2つずつの信号の組に区切り、(01)(00)(10)(01)(00)(01)(11)(10)(01)(10)(10)(00)(11)(11)(00)(11)という信号列に変換する。さらに、各組の第1番目の信号と第2番目の信号とを別個に取り出すことによって、(0010001101101101)という第1の信号列と、(1001011010001101)という第2の信号列とに分割する。

【0069】そして、レーザビームが、所望の記録トラックの先頭位置に至ったとき、光学ヘッドより照射されるレーザビームの強度を記録レベル $P_1$ に切り替えると共に、磁気ヘッドより第1の信号列にて(+), (-)方向に信号変調された磁界 $H_1$ を印加する。これによって、図8(a)に示すように、光磁気記録媒体に幅広の第1の書き込み信号列201を形成する。

【0070】次いで、レーザビームを、第1の書き込み信号列201が形成された記録トラックの先頭位置に再度位置付け、光学ヘッドより照射されるレーザビームの強度を、前記第1の書き込み信号列201を書き換え可能なレベル $P_2$  ( $P_1 > P_2$ )に切り替えると共に、磁気ヘッドより第2の信号列にて(+), (-)方向に信号変調された磁界 $H_2$ を印加する。これによって、図8

(a)に示すように、第1の書き込み信号列201の中心部に、第1の書き込み信号列201の幅よりも狭い第2の書き込み信号列202を形成する。第1の書き込み信号列201の幅よりも第2の書き込み信号列202の幅を小さくし、第1の書き込み信号列201の一部を第2の書き込み信号列202に書き換えることは、磁性層4上に照射される記録レーザ光の強度や記録用レーザスポットの大きさを調整することによって行うことができる。

【0071】記録信号の再生は、第1の書き込み信号列201の幅よりもスポット径Dが大きな再生用レーザビーム210を、記録トラックに沿って照射することによ

り行える。すなわち、記録トラックに沿って第1の書き込み信号列201の幅よりもスポット径Dが大きな再生用レーザビーム210を照射すると、図8(b)に示すように、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“1”の領域と、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“0”の領域とでは、各々磁化のパターンにより再生用レーザスポット210が照射された領域の合計の磁化状態が異なるので、前記各領域における合計の磁化状態に、夫々“0”、“1”、“2”、“3”を割り当てることによって、4値の記録信号を検出できる。

【0072】かように、本例の記録再生方式によると、従来より2値信号を記録するものとして一般的に使用されている光磁気記録媒体を用いて、信号の4値記録を実現でき、安価にして記録情報量が大きい光磁気記録媒体を提供できる。

【0073】なお、磁界変調方式に代えて、公知の光変調方式によっても同様の4値記録を実行できることは勿論である。

【0074】〈多値記録再生方法の第2例〉本例の多値記録方法は、図1又は図5に表示した光磁気記録媒体に、光磁界同時変調方式により信号を4値記録することを特徴とする。

【0075】第1実施例の場合と同様に、光磁気記録媒体をターンテーブル等の媒体駆動部に装着し、透明基板側に光学ヘッドを、保護層側に磁気ヘッドを配置する。媒体駆動部を起動して光磁気記録媒体と光学ヘッド及び磁気ヘッドとを相対的に所定の線速度で駆動し、光学ヘッド及び磁気ヘッドを所定のトラックに位置付ける。しかる後に、図9に示すように、光学ヘッドより当該所定の記録トラックに沿ってパルス状に強度変調されたレーザビームを照射しつつ、磁気ヘッドより所望の記録信号にて(+)、(-)方向に信号変調された磁界を印加して信号の記録を行う。

【0076】記録信号は、第1実施例と同様の方法で、第1の信号列と第2の信号列とに分割する。そして、レーザビームが、所望の記録トラックの先頭位置に至ったとき、光学ヘッドより照射されるレーザビームをパルス状に切り替えると共に、その強度を記録レベル $P_1$ に切り替える。また、磁気ヘッドより第1の信号列にて(+)、(-)方向に信号変調された磁界 $H_1$ を印加する。これによって、図9(a)に示すように、光磁気記録媒体に幅広の第1の書き込み信号列201を形成する。パルス状の記録用レーザビームは、磁気ヘッドより印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せて照射される。

【0077】次いで、レーザビームを、第1の書き込み信号列201が形成された記録トラックの先頭位置に再

度位置付け、光学ヘッドより照射されるレーザビームをパルス状に切り替えると共に、その強度を、前記第1の書き込み信号列201を書き換え可能なレベル $P_2$  ( $P_1 > P_2$ )に切り替える。また、磁気ヘッドより第2の信号列にて(+)、(-)方向に信号変調された磁界 $H_2$ を印加する。これによって、図9(a)に示すように、第1の書き込み信号列201の中心部に、第1の書き込み信号列201の幅よりも狭い第2の書き込み信号列202を形成する。この場合にも、パルス状の記録用レーザビームは、磁気ヘッドより印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せて照射される。なお、本例の記録再生方式においては、第1回目の記録時と第2回目の記録時とで記録用レーザビームの発光タイミングを時間 $t$ だけずらしている。このようにすると、図10に示すように、第1回目と第2回目の記録用レーザビームの発光タイミングを揃えた場合よりも、各領域より検出される再生信号の波形が、よりシャープになる。時間 $t$ は、再生信号の波形が、最もシャープになる値に調節される。

【0078】記録信号の再生は、前記第1実施例の場合と同様に、第1の書き込み信号列201の幅よりもスポット径Dが大きな再生用レーザビーム210を、記録トラックに沿って照射することにより行われる。これによって、図9(b)に示すように、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“1”の領域と、第1の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“0”の領域とから、4値の記録信号を検出できる。

【0079】本実施例によると、前記第1実施例と同様の効果を奏するほか、磁気ヘッドによって印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せてパルス状の記録用レーザビームを照射するようにしたので、各磁化ドメインのエッジがシャープになり、ジッタに対するマージンを大きくできる。また、第1回目の記録時と第2回目の記録時とで記録用レーザビームの発光タイミングをずらしたので、第1回目と第2回目の記録用レーザビームの発光タイミングを揃えた場合よりも各領域よりシャープな再生信号を得ることができる。よって、これらの効果より、ビットエッジ記録が可能になる。

【0080】〈多値記録再生方法の第3例〉本例の多値記録方法は、図1又は図5に表示した光磁気記録媒体に、光磁界同時変調方式により信号を8値記録することを特徴とする。

【0081】第1実施例の場合と同様に、光磁気記録媒体をターンテーブル等の媒体駆動部に装着し、透明基板側に光学ヘッドを、保護層側に磁気ヘッドを配置する。媒体駆動部を起動して光磁気記録媒体と光学ヘッド及び磁気ヘッドとを相対的に所定の線速度で駆動し、光学ヘ



ッド及び磁気ヘッドを所定のトラックに位置付ける。しかる後に、図11に示すように、光学ヘッドより当該所定の記録トラックに沿ってパルス状に強度変調されたレーザビームを照射しつつ、磁気ヘッドより所望の記録信号にて(+)、(-)方向に信号変調された磁界を印加して信号の記録を行う。

【0082】この場合、図11に示すように、2値信号である記録信号(011001100010001010111101010101100000110111001110)を、先頭から3つずつの信号の組に区切り、(011)(001)(100)(010)(001)(010)(111)(101)(010)(101)(100)(000)(110)(111)(001)(110)という信号列に変換する。さらに、各組の第1番目の信号と第2番目の信号と第3番目の信号を別個に取り出すことによって、(0010001101101101)という第1の信号列と、(1001011010001101)という第2の信号列と、(1100101101000110)という第3の信号列とに分割する。

【0083】そして、レーザビームが、所望の記録トラックの先頭位置に至ったとき、光学ヘッドより照射されるレーザビームをパルス状に切り替えると共に、その強度を記録レベル $P_1$ に切り替える。また、磁気ヘッドより第1の信号列にて(+), (-)方向に信号変調された磁界 $H_1$ を印加する。これによって、図11(a)に示すように、光磁気記録媒体に幅広の第1の書き込み信号列201を形成する。パルス状の記録用レーザビームは、磁気ヘッドより印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せて照射される。

【0084】次いで、レーザビームを、第1の書き込み信号列201が形成された記録トラックの先頭位置に再度位置付け、光学ヘッドより照射されるレーザビームをパルス状に切り替えると共に、その強度を、前記第1の書き込み信号列201を書き換え可能なレベル $P_2$  ( $P_1 > P_2$ )に切り替える。また、このとき、記録用レーザビームの中心を、第1の書き込み信号列201上であって、当該第1の書き込み信号列201の中心から幅方向にオフセットする。さらに、これと同時に、磁気ヘッドより第2の信号列にて(+), (-)方向に信号変調された磁界 $H_2$ を印加する。これによって、図11(a)に示すように、第1の書き込み信号列201の中心から幅方向にオフセットした位置に、第1の書き込み信号列201の幅よりも狭い第2の書き込み信号列202を形成する。この場合にも、パルス状の記録用レーザビームは、磁気ヘッドより印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せて照射される。

【0085】さらに、レーザビームを、第1及び第2の書き込み信号列201、202が形成された記録トラックの先頭位置にみたび位置付け、光学ヘッドより照射さ

れるレーザビームをパルス状に切り替えると共に、その強度を、前記第1の書き込み信号列201を書き換え可能なレベル $P_3$  ( $P_1 > P_2 \neq P_3$ 、但し、本実施例では、 $P_2 > P_3$ )に切り替える。また、このとき、記録用レーザビームの中心を、第1の書き込み信号列201上であって、前記第2の書き込み信号列202と重ならない位置にオフセットする。さらに、これと同時に、磁気ヘッドより第3の信号列にて(+), (-)方向に信号変調された磁界 $H_3$ を印加する。これによって、図11

10 (a)に示すように、第1の書き込み信号列201上の第2の書き込み信号列202と重ならない位置に、第1及び第2の書き込み信号列201、202の幅よりも狭い第3の書き込み信号列203を形成する。この場合にも、パルス状の記録用レーザビームは、磁気ヘッドより印加される外部磁界が目標値に到達したタイミングに併せて照射される。

【0086】記録信号の再生は、前記第1実施例及び第2実施例の場合と同様に、第1の書き込み信号列201の幅よりもスポット径 $D$ が大きな再生用レーザビーム210を、記録トラックに沿って照射することにより行われる。これによって、図11(b)に示すように、第1、第2、第3の信号列の信号が共に“1”の領域と、第1及び第2の信号列の信号が“1”で第3の信号列の信号が“0”の領域と、第1及び第3の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“1”で第2及び第3の信号列の信号が“0”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2及び第3の信号列の信号が“1”の領域と、第2の信号列の信号が“1”で第1及び第3の信号列の信号が“0”の領域と、第1及び第2の信号列の信号が“0”で第3の信号列の信号が“1”の領域と、第1、第2、第3の信号列の信号が共に“0”の領域とから、8値の記録信号を検出できる。

【0087】かように、本例の記録再生方式によると、従来より2値信号を記録するものとして一般的に使用されている光磁気記録媒体を用いて、信号の8値記録を実現でき、さらに安価にして記録情報量が大きい光磁気記録媒体を提供できる。

【0088】なお、本第3実施例においては、第2の信号列202と第3の信号列203とを互いに離隔して第1の信号列201上に重ね書きしたが、図12に示すように、第2の信号列202と第3の信号列203とを第1の信号列201の中心部で接触させても、前記と同様に信号の8値記録を実現できる。

【0089】また、図13に示すように、第2の信号列202と第3の信号列203の外側辺を第1の信号列201の外側辺に合致させ、第2の信号列202と第3の信号列203を互いに離隔させても、前記と同様に信号の8値記録を実現できる。

50 【0090】また、本第3実施例においては、光磁界同



時変調方式によって第1、第2、第3の信号列201、202、203の記録を行ったが、かかる構成に代えて、公知の光変調方式又は磁界変調方式によっても同様の8値記録を実行できることは勿論である。

【0091】さらに、本第3実施例においては、第1、第2、第3の信号列201、202、203の先頭を同一位置に設定したが、第2実施例の記録再生方式と同様に、第1回目、第2回目、第3回目の記録におけるレーザパルスの照射タイミングを夫々ずらして、シャープな再生信号波形が得られるようにすることもできる。

【0092】〈多値記録再生方法の第4例〉本例の多値記録再生方法は、図1又は図5に表示した光磁気記録媒体に、光磁界同時変調方式により信号を6値記録することを特徴とする。

【0093】信号の記録再生は、前記第3実施例の場合と同様の手順で行われる。但し、図14(a)に示すように、第2の書き込み信号列202と第3の書き込み信号列203を、同一の幅に形成する点異なる。このようにすると、第1及び第2の信号列の信号が“0”で第3の信号列の信号が“1”の領域と、第1及び第3の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域とは、再生用レーザスポット210内における合計の磁化状態が同一になる。また、第1及び第2の信号列の信号が“1”で第3の信号列の信号が“0”の領域と、第1及び第3の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域とは、再生用レーザスポット210内における合計の磁化状態が同一になる。

【0094】したがって、このようにして信号の記録が行われた光磁気記録媒体からは、図14(b)に示すように、第1、第2、第3の信号列の信号が共に“1”の領域と、第1の信号列の信号が“0”で第2及び第3の信号列の信号が“1”の領域と、第1及び第2の信号列の信号が“1”で第3の信号列の信号が“0”の領域

(第1及び第3の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域と等価)と、第1及び第2の信号列の信号が“0”で第3の信号列の信号が“1”の領域(第1及び第3の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域と等価)と、第1の信号列の信号が“1”で第2及び第3の信号列の信号が“0”の領域と、第1、第2、第3の信号列の信号が共に“0”の領域とから、6値の記録信号を検出できる。

【0095】なお、本第4実施例においては、第2の信号列202と第3の信号列203とを互いに接して第1の信号列201上に重ね書きしたが、図15及び図16に示すように、第2の信号列202と第3の信号列203とを互いに離隔させても、これら第2及び第3の信号列202、203が同幅であれば、前記と同様に信号の6値記録を実現できる。

【0096】また、本第4実施例においては、光磁界同時変調方式によって第1、第2、第3の信号列201、

202、203の記録を行ったが、かかる構成に代えて、公知の光変調方式又は磁界変調方式によっても同様の6値記録を実行できることは勿論である。

【0097】さらに、本第4実施例においては、第1、第2、第3の信号列201、202、203の先頭を同一位置に設定したが、第2実施例の記録再生方式と同様に、第1回目、第2回目、第3回目の記録におけるレーザパルスの照射タイミングを夫々ずらして、シャープな再生信号波形が得られるようにすることもできる。

10 【0098】〈多値記録再生方法の第5例〉本例の多値記録再生方法は、複数の書き込み信号列に記録された信号の組合せで信号が多値記録された光磁気記録媒体から、通常の光磁気再生装置を用いたのでは得ることができないより高次の多値信号を再生できるようにしたことを特徴とする。

【0099】即ち、多値記録再生方法の第4例において説明したように、例えば幅広の第1の信号列201上にこれよりも幅が狭くかつ互いに同一幅の第2及び第3の信号列202、203を重ね書きした場合、通常の光磁気再生装置によると、第1及び第2の信号列の信号が“1”で第3の信号列の信号が“0”の領域と第1及び第3の信号列の信号が“1”で第2の信号列の信号が“0”の領域、及び第1及び第2の信号列の信号が“0”で第3の信号列の信号が“1”の領域と第1及び第3の信号列の信号が“0”で第2の信号列の信号が“1”の領域とを判別することができず、媒体の磁化状態が8種類あるにも拘らず、6値の再生信号しか検出できない。本例は、光磁気再生装置を工夫することによって、かかる不都合を解消し、媒体の磁化状態の数に応じた数の再生信号を検出できるようにしたことを特徴とするものである。

【0100】図17に、本例の多値記録再生方法を実行するための光磁気再生装置を示す。図17(a)において、301は光磁気ディスク、302は光磁気ディスク301の回転スピンドル、303は磁気ヘッド、304はレーザ光源、305はコリメータレンズ、306はプリズム群、307は第1のビームスプリッタ、308はミラー、309は対物レンズ、310は第2のビームスプリッタ、311は1/2波長板、312は集光レンズ、313は第3のビームスプリッタ、314、315は4分割光検出器、316はハーフミラー、317はフォーカシング用ディテクタ、318はトラッキング用ディテクタを示している。

40 【0101】本例装置の特徴とするところは、信号検出用のディテクタとして4分割光検出器314、315を用いたことにあり、その他の部分については従来より一般的に用いられている光磁気再生装置と同じである。4分割光検出器314の受光面は図17(b)に示すようにD1、D2、D3、D4をもって構成され、4分割光検出器315の受光面は図17(b)にかっこ書したよ

うにD1', D2', D3', D4'をもって構成されている。各4分割光検出器314, 315は、図17(b)に示すように受光面D2, D3(D2', D3')と受光面D1, D4(D1', D4')とを再生用レーザビームスポット210の進行方向に向け、かつ受光面D1, D2(D1', D2')と受光面D3, D4(D3', D4')との界面を再生用レーザビームスポット210の中心及び信号列202, 203の境界に合致させた状態で第3のビームスプリッタ313に対して光学的に共役の位置に設置される。これによって、互いに同一番号の受光面の出力信号の差をとることによって、信号の差動検出が可能になる。本構成の光磁気再生装置によると、記録磁区が再生用レーザビームスポット210の中心から右側又は左側にオフセットしている場合、反射光線断面内の偏光面回転分布が非対称となるので、各受光面D1, D2, D3, D4, D1', D2', D3', D4'からの信号出力を演算することによって再生用レーザビームスポット210の右側にオフセットした記録磁区の信号と左側にオフセットした記録磁区の信号とを判別できる。

【0102】以下、図18を用いて本例に係る多値信号再生方法をより詳細に説明する。図18(a)に示すように、2つの書き込み信号列202, 203が隣接して記録された記録トラックの中心に再生用レーザビームスポット210の中心を位置付け、2つの4分割光検出器314, 315の対応する受光面どうしの差動出力(D1-D1'), (D2-D2'), (D3-D3'), (D4-D4')を求めると、それらの差動出力波形は図18(b)に示す波形となる。これらの各差動出力を全て加算した信号が、非分割型の光検出器を用いた通常の再生装置にて検出される光磁気信号に相当するものであって、その波形は図18(c)に示す波形となる。この図18(c)の信号をスライスレベルS<sub>1</sub>をしきい値として2値化すると、図18(e)にS<sub>1</sub>で示す2値化信号が得られる。

【0103】また、(D1-D1')-(D2-D2')+(D3-D3')-(D4-D4')の演算を行うと、演算器の出力信号波形は図18(d)に示す波形となり、磁化状態Cはプラスからマイナスへのゼロクロス点として、磁化状態Dはマイナスからプラスへのゼロクロス点として検出できる。この図18(d)の信号をスライスレベルS<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>をしきい値として2値化すると、図18(e)にS<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>で示す2値化信号が得られる。なお、本実施例では、この後の処理を容易にするため、信号S<sub>1</sub>を信号S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>に対して記録クロックの半周期だけ検出時間を遅延させて検出している。

【0104】次に、信号S<sub>3</sub>と信号S<sub>4</sub>の1つ先のデータとの論理積をとることによって信号S'を得ると共に、信号S<sub>3</sub>と信号S<sub>4</sub>の1つ前のデータとの論理積をとることによって信号S''を得る。さらに、信号S'と

信号S<sub>1</sub>の論理和をとることによって信号(S'+S<sub>1</sub>)を得ると共に、信号S''と信号S<sub>1</sub>の論理和をとることによって信号(S''+S<sub>1</sub>)を得ることによって、図18(a)に示した記録信号を再生できる。

【0105】かように本例の記録再生方法によると、互いに相隣接して記録された2つの信号列に記録された信号を夫々独立に再生することができるので、図18(a)に示した信号列から4値の信号を検出することができる。また、この信号再生方法を図14~図16の信号列に適用した場合には、8値の信号再生が可能になる。

【0106】〈多値記録再生方法の第6例〉本例の多値記録再生方法は、図2及び図3に示したスライスレベル設定用テスト信号(レベル検出用ビット)17の記録方法に関する。

【0107】レベル検出用ビット17は、データ領域15に所望の信号を記録するに際して、当該データ領域15を含むデータ記録単位12の先頭に設けられたサーボ領域14に、光磁気的手段によって記録される。すなわち、記録用レーザビームがレベル検出用ビット17の形成領域に至ったとき、レーザパワー及び/又は外部磁界強度を順次切り替えて、多値記録信号に含まれる各レベルの信号を、少なくとも1つずつ記録する。例えば、図8に示す方法で、図1に示す光磁気記録媒体に4値の信号を記録する場合、第1回目のトレース及び第2回目のトレースで共に“1”の信号を書き込んで、記録信号の“0”に対応する磁化状態を形成し、第1回目のトレースで“1”の信号を書き込み、第2回目のトレースで“0”の信号を書き込んで、記録信号の“1”に対応する磁化状態を形成し、第1回目のトレースで“0”の信号を書き込み、第2回目のトレースで“1”の信号を書き込んで、記録信号の“2”に対応する磁化状態を形成し、第1回目及び第2回目のトレースで共に“0”の信号を書き込んで、記録信号の“3”に対応する磁化状態を形成する。

【0108】レベル検出用ビット17の形成領域からの再生信号波形は、図19のようになる。その信号長は、必要に応じて任意に設定できるが、多値の信号レベルを正確に判定するため、再生用レーザビームのスポット径よりも長くすることが特に好ましい。また、磁気超解像型の光磁気記録媒体を考慮するならば、テスト信号の各レベルの信号に、前後の信号レベルと光学的な干渉によるレベルシフトを生じさせない領域をもたせることがより好ましい。

【0109】多値記録信号の再生に当っては、図20に示すように、テスト信号の再生時に、多値信号レベルの1~nのレベルを各々サンプルホールドし、信号レベルkとk+1のサンプルホールドレベルV<sub>k</sub>とV<sub>k+1</sub>から信号レベルkとk+1を弁別するためのスライスレベル(V<sub>k</sub>+V<sub>k+1</sub>)/2を生成する。

【0110】なお、前記レベル検出用ビット17は、前記データ記録単位先の先頭部分に記録することもできるし、データ記録単位中に一定間隔ごとに設けることもできる。また、前記データ記録単位は、セクタ構造を有する媒体の場合にはセクタ全体でも良いし、クロックの同期をとるための信号に挟まれた領域でも良い。さらには、データの変復調のブロックであっても良いし、任意のバイト数ごとに挿入しても良い。

【0111】〈多値記録再生方法の第7例〉本例の多値記録再生方法は、図2及び図3に示したタイミング信号生成用テスト信号（タイミング検出用ビット）18の記録方法に関する。

【0112】タイミング検出用ビット18も、前記レベル検出用ビット17とほぼ同様の方法で記録できる。すなわち、記録用レーザビームがタイミング検出用ビット18の形成領域に至ったとき、レーザパワー及び／又は外部磁界強度を順次切り替えて、多値記録信号に含まれる各レベルの信号を記録する。但し、タイミング検出用ビット18の形成においては、図21に示すように、多値の信号レベル間の全てのエッジを少なくとも1カ所ずつ持つように各レベルの信号が記録される。

【0113】その信号長は、必要に応じて任意に設定できるが、各多値レベルの長さの光学的な位相シフトを防止するため、再生用レーザビームのスポット径の1/2よりも長くすることが特に好ましい。また、磁気超解像型の光磁気記録媒体を考慮するならば、テスト信号の各エッジの信号に、前後のエッジの信号と光学的な干渉によるレベルシフトを生じさせない長さ以上のエッジ間隔を設定することがより好ましい。

【0114】多値記録信号の再生に当っては、テスト信号の再生時に、各エッジを独立に検出し、エッジ検出信号の基準タイミングを生成する。データ信号再生時には、各エッジを独立に検出し、図22に示すように、テスト信号のエッジ検出タイミングを基準にして、各エッジ検出信号を合成する。

【0115】なお、本例の場合にも、前記テスト信号は、前記データ記録単位先の先頭部分に記録することもできるし、データ記録単位中に一定間隔ごとに設けることもできる。また、前記データ記録単位は、セクタ構造を有する媒体の場合にはセクタ全体でも良いし、クロックの同期をとるための信号に挟まれた領域でも良い。さらには、データの変復調のブロックであっても良いし、任意のバイト数ごとに挿入しても良い。

【0116】勿論、前記多値記録再生方法の第5例及び第6例を組み合わせ、サーボ領域14に、前記レベル検出用ビット17及びタイミング検出用ビット18の双方を記録することもできる。その場合にも、前記テスト信号は、前記データ記録単位先の先頭部分に記録することもできるし、データ記録単位中に一定間隔ごとに設けることもできる。また、前記データ記録単位は、セクタ構

造を有する媒体の場合にはセクタ全体でも良いし、クロックの同期をとるための信号に挟まれた領域でも良い。さらには、データの変復調のブロックであっても良いし、任意のバイト数ごとに挿入しても良い。

【0117】〈多値記録再生方法の第8例〉光磁気記録媒体にマークエッジ記録を行う一手段として、図23に示すように、一定の周期で記録磁区を形成し、情報信号に応じて記録磁区のエッジ位置を記録磁区周期よりも十分に小さな範囲で2段階以上に段階的に変調させた。この方式を本発明の多値記録用光磁気記録媒体と組み合わせることにより、時間方向（トラック方向）と振幅方向の2次元多値記録が実現できる。なお、記録磁区の形成周期は、任意のエッジの信号とその前後のエッジの信号との光学的な干渉によるエッジシフトを生じない長さ以上の磁区長及び磁区間隔とすることがより好ましい。

【0118】記録方法としては、記録用レーザビームと外部磁界とを同時に変調して記録する方式において、記録用レーザビームの照射強度、照射時間、照射タイミング、それに印加する外部磁界の強度あるいは切り替えのタイミングなどを記録情報に応じて変調する方法がとられる。

【0119】図24は、記録用レーザビームの照射パルス幅を、記録情報信号に応じて段階的に変調した例を示している。光磁界同時変調記録においては、光磁気記録媒体が記録可能な温度に昇温された範囲が媒体冷却時に外部磁界に応じた磁区となるので、エッジの位置は記録用レーザビームの照射開始タイミングに大きく依存する。したがって、図25のように、パルス幅一定で照射タイミングを記録情報信号に応じて段階的に変調することも可能である。さらには、熱的な履歴が残ることによるエッジシフトを防止するために、図26に示すように、光照射パルスの前エッジを当該記録情報信号によって、また後エッジを次の記録情報信号に応じて段階的に変調しても良い。

【0120】図27は、記録用レーザビームの照射強度を、記録情報信号に応じて段階的に変調した例を示している。記録用レーザビームの照射強度を変調すると、記録磁区の大きさ、すなわち記録磁区の磁化状態及び長さが光強度に応じて変調されるので、光照射タイミングを変調する場合と同様に、エッジ位置を制御できる。また、光強度単独に限られず、光照射タイミング制御や光照射パルス幅制御と併用することも可能である。

【0121】図28は、外部磁界の強度を変調することにより、エッジ位置を制御した例を示している。光磁気記録媒体に印加される外部磁界強度を変化させると、記録磁区の大きさが変化するので、記録用レーザビームの照射強度等を変調する場合と同様に、エッジ位置を制御できる。もちろん、これと光強度制御や光照射タイミング制御、それに光照射パルス幅制御と併用することも可能である。

【0122】図29は、外部磁界の印加タイミングを変調することにより、エッジ位置を制御した例を示している。この場合、記録磁区のエッジ位置は、印加磁界の切り替え位置と対応するので、記録用レーザービームは、パルスのみならずDC光でも良い。

【0123】〈多値記録再生方法の第9例〉光磁界同時変調記録においては、光強度と光パルス幅により基本的な磁区形状が決まる。図30に示すように、記録用レーザービームの強度と記録パルス幅を同時に制御することにより、記録磁区長を一定に保ちつつ、記録磁区幅を変化させることができる。すなわち、これによって各記録レベルを微小に変化させることができるので、情報信号に対応してレベルの微小変調を行うことにより、記録の多値化が実現できる。前出の2次元多値記録と復号すれば、記録磁区のエッジ位置、磁化状態に対応したレベル位置、及び磁区の幅に対応したレベル位置の3パラメータによる3次元多値記録が実現できる。

【0124】以下に、本発明の他の多値記録再生方法を列挙する。

【0125】①透明基板上に積層される各膜の屈折率や膜厚、それに磁性層のカー回転角などを調整することによって、各記録状態に対応する相対信号出力の間隔を等しくする。例えば3値記録媒体の場合、図31に示すように、状態“0”、“1”、“2”に対応する記録信号の各レベル間隔を等しくする。このようにすると、記録信号の各レベル間隔の遷移に対する再生信号のS/Nが均等になり、総合的に信号効率が高められる。本法は、最小記録磁区の大きさが、再生用光のスポット径に対して比較的大きい場合、例えばスポット径の1/2以上である場合に特に有効である。

【0126】②最小記録磁区の大きさが、再生用光のスポット径よりも小さい場合、特にスポット径の1/2以下の大きさで記録を行う場合、微小磁区の波形間干渉で発生する信号レベルと各記録状態の大きな磁区から発生する信号レベルとが異なるようにする。

【0127】最小記録磁区の大きさが、再生用光のスポット径に対して比較的小さい場合、例えばスポット径の1/2以下である場合には、これが連続すると、再生信号の波形間干渉により信号出力は両状態の中間値をとる。例えば、本発明の多値記録媒体に状態“0”と状態“2”の同じ大きさの微小記録磁区を繰り返し記録した場合、図32に示すように、状態“1”に対する再生用光のスポット径に対して比較的大きい磁区の再生信号と同じレベルとなり、両者の区別ができなくなる。

【0128】そこで、微小磁区の波形間干渉で発生する信号レベルと各記録状態の大きな磁区から発生する信号レベルとが異なるようにすると、状態“0”、状態“1”、状態“2”、それに状態“0”と状態“1”との間の波形間干渉レベル、状態“0”と状態“2”との間の波形間干渉レベル、状態“1”と状態“2”との間

の波形間干渉レベルにそれぞれ信号を割り当てることによって、より高次の多値記録が可能になる。

【0129】各信号レベルは、相互に一致しないようにし、好ましくは等間隔にする。その方法としては、媒体で行う方法と記録方式で行う方法がある。媒体で行う方法としては、図33に示すように、微小磁区の波形間干渉で発生する信号レベルとは異なる信号レベルに各記録状態の大きな磁区から発生する信号レベルが位置するように、各膜の多重干渉条件を設定する方法がある。また、記録方式で行う方法としては、図34に示すように、各記録状態の大きな磁区から発生する信号レベルとは異なる位置に、微小磁区の波形間干渉で発生する信号レベルが位置するように、記録磁区の面積比率を制御する方法がある。具体的には、媒体が記録再生装置に挿入された際に、装置が微小記録磁区の面積比率を変化させて記録を試行し、各記録状態の大きな磁区から発生する信号レベルと相互に一致せず、好ましくは等間隔にする面積比を選定するという方法をとることができる。また、これら媒体で行う方法と記録方式で行う方法とを併用することもできる。この併用方式によると、より各信号レベルの調整が容易となり、信号レベル間隔を等間隔にすることができる。また、記録磁区の面積比率を制御することにより、信号レベルを任意の位置に調整することもできる。さらには、干渉による発生するレベルをテスト信号として記録することも可能である。

【0130】③透明基板の表面に例えば凹凸の形で形成されるプリピット（位相ピット）を、当該媒体に対応した多値記録にする。プリピットの多値化は、プリピットの長さ、幅、深さ、あるいはトラック幅方向の偏り量、又はこれらの組合せを多段階に変更することによって実現できる。

【0131】なお、図23～図34における各記録磁区の磁化状態の描写は模式的に簡略化されたものであって、図35(a)～(c)の各記録状態が、図35

(d)に示されるマークで代表的に描写されている。したがって、前記第7例以下の各記録再生方法は、図35(a)～(c)に示される各種のパターンで書き込み信号列が記録された光磁気記録媒体に適用することができる。また、図35においては、1つの幅が広い記録磁区上に1つの幅が狭い他の記録磁区を重ね書きするか、あるいは幅が狭い2つの記録磁区を隣接して形成した場合のみについて表示されているが、例えば1つの幅が広い記録磁区上に2以上の幅が狭い他の記録磁区が重ね書きされた光磁気記録媒体を用いて前記第7例以下の各記録再生方法を実行することもできる。

【0132】〈多値記録再生方法の第10例〉本例の多値記録再生方法は、記録時には複数のトラックに夫々1列の信号列を書き込み、再生時には相隣接する複数のトラックに1つの再生用レーザービームスポットを同時に照射することによって、信号の多値記録再生を行うことを

特徴とする。以下、FAD (Front Aperture Detection) タイプの磁気超解像光磁気記録媒体を用い、再生時に相隣接する3トラックに1つの再生用レーザビームスポットを同時に照射して4値の信号を再生する場合を例にとって本例の多値記録再生を説明する。

【0133】図36(a)は光磁界同時変調方式によって光磁気記録媒体に記録された書き込み信号列を模式的に示す図であって、相隣接する3つの記録トラックTr1、Tr2、Tr3にトラックピッチと同じか又はトラックピッチよりも直径が小さい円形の記録磁区301、302、303が配列されている。これらの記録磁区301、302、303は、図36(a)に示すように、所要の大きさにスポット径が調整された記録用レーザビームスポットを光磁気記録媒体にパルス状に照射しつつ、レーザビーム照射部に外部磁界を印加することによって記録することができる。各記録トラックTr1、Tr2、Tr3には、後に詳述するように図37及び図38に示す規則にしたがって信号が4値記録される。当該規則に即した信号記録は、記録しようとする4値符号系列を一時的にバッファメモリに記憶し、各記録トラックごとに記録すべき2値符号系列を記録することで行うことができる。

【0134】図36(b)は記録トラックTr1、Tr2、Tr3からの信号再生方式を模式的に示す図である。磁気超解像は、集光された再生用レーザビームスポット内の温度分布を利用することによって当該再生スポットの直径よりも小さな記録磁区を再生する技術であって、互いに交換結合する記録層と再生層を有する光磁気記録媒体が用いられる。このうち、FADタイプの磁気超解像は、低温状態で再生層に記録層の磁化状態が転写されることを利用し、再生時に外部磁界を印加して再生スポット内の高温領域の再生層の磁化を一方向に揃え、これによって当該高温領域をマスクして低温領域からの信号再生を可能にするものであって、微細な記録磁区を高いS/Nで再生できるという特徴がある。本例の記録再生方法においては、図36(b)に示すように、記録トラックTr1、Tr2、Tr3にまたがって信号再生用の開口部(低温領域)304が形成されるように再生用レーザビームスポットが照射される。このようにすると、記録トラックTr1、Tr2、Tr3に記録された信号列を同時に読みだすことができるので、多値情報を表す再生信号の検出が可能になる。

【0135】なお、記録トラックTr1、Tr2、Tr3に同時に再生用レーザビームスポットを照射し、再生信号を検出すると、記録トラックTr1に記録磁区があつて記録トラックTr3に記録磁区がない場合の再生信号と、記録トラックTr3に記録磁区があつて記録トラックTr1に記録磁区がない場合の再生信号と一致するため、いずれの記録トラックに記録磁区があるかを判別することができず、最大3値の信号しか再生できない。

【0136】この問題を解決し、最大4値の信号再生を可能にするため、本例の記録再生方法では、まず、FADタイプの磁気超解像における再生スポットの開口部304を、図37(c)に示すように、第1の記録トラックTr1上に形成される第1の領域E1と、第2の記録トラックTr2上に形成される第2の領域E2と、第3の記録トラックTr3上に形成される第3の領域E3とに分割し、これら各領域から得られる再生信号振幅が記録磁区の有無に応じて図38に示す関係になるように各領域と各記録磁区との関係を調整する。ここで、領域E2から得られる再生信号振幅を領域E1から得られる再生信号振幅と領域E3から得られる再生信号振幅の和よりも大きくする手段としては、①光磁気記録媒体の熱伝導率を調整し、開口部304の形状及び大きさを工夫する、②再生用スポット径に対する記録時のトラックピッチを調整する、③図1及び図5に示した多値記録媒体を用いて、第2の記録トラックTr2については磁界強度が大きな信号を記録し、第1及び第3の記録トラックTr1、Tr3については磁界強度が小さな信号を記録する、④記録時のトラックピッチを $Tr1 < Tr2$ かつ $Tr1 = Tr3$ にするといった方法をとることができる。

【0137】また、記録トラックTr1、Tr2、Tr3に記録すべき信号を、4値符号に対応させて図39のように取り決める。3つの記録トラックTr1、Tr2、Tr3に図39の取り決めにしたがって記録磁区を記録すれば、記録トラックTr1に記録磁区があつて記録トラックTr3に記録磁区がない場合の再生信号と、記録トラックTr3に記録磁区があつて記録トラックTr1に記録磁区がない場合の再生信号とが変化するので、記録トラックTr1に記録磁区があつて記録トラックTr3に記録磁区がない場合と、記録トラックTr3に記録磁区があつて記録トラックTr1に記録磁区がない場合との判別が可能になる。即ち、記録トラックTr1に記録磁区があつて記録トラックTr3に記録磁区がない場合は、Tr2にも記録磁区があるという規則になっており、かつ領域E2から得られる再生信号振幅が領域E1及びE3から得られる再生信号振幅の和よりも大きいので、図39に示すように全体としての再生信号振幅がi3よりも大きくなる。一方、記録トラックTr3に記録磁区があつて記録トラックTr1に記録磁区がない場合は、全体としての再生信号振幅がi1となるので、上記の判別が可能になる。

【0138】図37(b)に、図38(a)の書き込み信号列から読みだされる再生信号の波形を示す。この図から明らかなように、光磁気記録媒体上のTr1とTr2とにのみ記録磁区301、302が記録されている領域に開口部304が形成された場合には、開口部304から検出される再生信号の振幅がi3以上になり、Tr3にのみ記録磁区303が記録されている領域に開口部304が形成された場合には、開口部304から検出さ

れる再生信号の振幅が  $i_1$  になる。また、 $Tr_1$  と  $Tr_3$  とにのみ記録磁区 301, 303 が記録されている領域に開口部 304 が形成された場合には、開口部 304 から検出される再生信号の振幅が  $i_2$  になり、いずれの記録トラックにも記録磁区 303 が記録されていない場合には、開口部 304 から検出される再生信号の振幅が  $i_0$  になる。かように、本例の方法によれば、3つの記録トラック  $Tr_1$ ,  $Tr_2$ ,  $Tr_3$  を用いて4値の信号を再生することができる。

【0139】なお、前記実施形態例においては、3本のトラックに4値記録する場合を例にとりて説明したが、5本以上のトラックを用いることによってより高次の多値記録を行うことも勿論可能である。一般的には、 $2m+1$  ( $m=1, 2, 3, \dots$ ) 本のトラックを用いて  $L \leq (2 \text{ の } 2m \text{ 乗})$  を満足する  $L$  値記録を行うことができる。

【0140】また、前記実施形態例においては、光磁界同時変調方式を用いて信号の記録を行ったが、磁界変調方式によって信号を記録した場合にも、前記と同様の多値記録が可能になる。磁界変調方式によって記録された

信号のパターン及び信号再生方法を図40に示す。

【0141】さらに、前記実施形態例においては、磁気超解像方式の光磁気記録媒体を用いて信号の記録再生を行ったが、通常の光磁気記録媒体に光磁界同時変調方式によって信号を記録した場合にも、前記と同様の多値記録が可能になる。本例の光磁気記録媒体に記録された信号のパターン及び信号再生方法を図41に示す。

【0142】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、従来より2値信号を記録するものとして一般的に使用されている光磁気記録媒体を用いて、信号の多値記録を実現できるので、安価にして記録情報量が大きい光磁気記録媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係る光磁気記録媒体の要部断面図である。

【図2】第1実施例に係る光磁気記録媒体のトラックフォーマット説明図である。

【図3】第1実施例に係る光磁気記録媒体のサーボ領域及び記録領域の説明図である。

【図4】第1実施例に係る光磁気記録媒体の磁気特性を示すグラフ図である。

【図5】第2実施例に係る光磁気記録媒体の膜構造を示す説明図である。

【図6】第2実施例に係る光磁気記録媒体を用いた磁気超解像再生方式の第1例を示す説明図である。

【図7】第2実施例に係る光磁気記録媒体を用いた磁気超解像再生方式の第2例を示す説明図である。

【図8】本発明に係る多値記録再生方法の第1例を示す説明図である。

【図9】本発明に係る多値記録再生方法の第2例を示す説明図である。

【図10】記録用レーザービームの発光タイミングと再生信号波形との関係を示すグラフ図である。

【図11】本発明に係る多値記録再生方法の第3例を示す説明図である。

【図12】第3例に係る多値記録再生方法の変形例を示す説明図である。

【図13】第3例に係る多値記録再生方法のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図14】本発明に係る多値記録再生方法の第4例を示す説明図である。

【図15】第4例に係る多値記録再生方法の変形例を示す説明図である。

【図16】第4例に係る多値記録再生方法のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図17】第5例に係る多値記録再生方法に適用される記録再生装置の構成図である。

【図18】本発明に係る多値記録再生方法の第5例を示す説明図である。

【図19】レベル検出用ピットから読み出される再生信号波形を示すグラフ図である。

【図20】多値記録再生方法の第6例を実行するエッジ検出回路のブロック図である。

【図21】タイミング検出信号の生成方法を示すグラフ図である。

【図22】多値記録再生方法の第7例を実行するタイミング検出回路のブロック図である。

【図23】多値記録再生方式の第8例を示す説明図である。

【図24】第8例に係る多値記録再生方式の変形例を示す説明図である。

【図25】第8例に係る多値記録再生方式のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図26】第8例に係る多値記録再生方式のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図27】第8例に係る多値記録再生方式のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図28】第8例に係る多値記録再生方式のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図29】第8例に係る多値記録再生方式のさらに他の変形例を示す説明図である。

【図30】多値記録再生方式の第9例を示す説明図である。

【図31】本発明に係る多値記録再生方式の他の例を示す説明図である。

【図32】本発明に係る多値記録再生方式のさらに他の例を示す説明図である。

【図33】本発明に係る多値記録再生方式のさらに他の例を示す説明図である。

【図34】本発明に係る多値記録再生方式のさらに他の例を示す説明図である。

【図35】図23～図34における磁区の表記方法を説明する図である。

【図36】多値記録再生方式の第10例を示す説明図である。

【図37】多値記録再生方式の第10例を示す説明図である。

【図38】第10例に係る多値記録再生方式の信号読みだし領域の区分と各領域で得られる再生信号振幅との関係を示す表図である。

【図39】第10例に係る多値記録再生方式における記録磁区の配列と4値符号との関係を示す表図である。

【図40】第10例に係る多値記録再生方式の変形例を示す説明図である。

【図41】第10例に係る多値記録再生方式の他の変形例を示す説明図である。

【図42】従来技術の説明図である。

【符号の説明】

1 透明基板

2 プリフォーマットパターン

3 第1誘電体層

4 磁性層

5 第2誘電体層

6 反射層

7 保護層

11 記録トラック

12 データ記録単位

13 ID領域

14 サーボ領域

15 データ領域

16 トラッキングビット

17 レベル検出用ビット

18 タイミング検出用ビット

201 第1の書き込み信号列

202 第2の書き込み信号列

203 第3の書き込み信号列

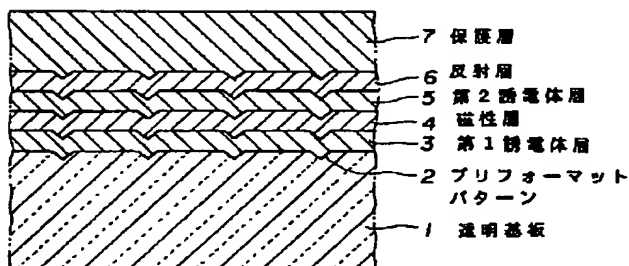
210 再生用レーザビームスポット

301, 302, 302 記録磁区

20 304 開口部（低温領域）

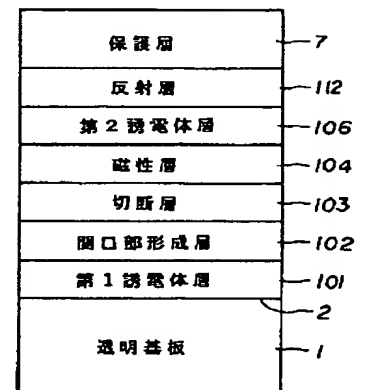
【図1】

【図1】



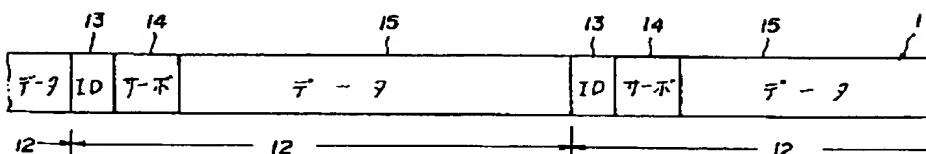
【図5】

【図5】



【図2】

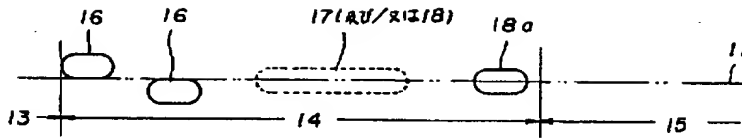
【図2】





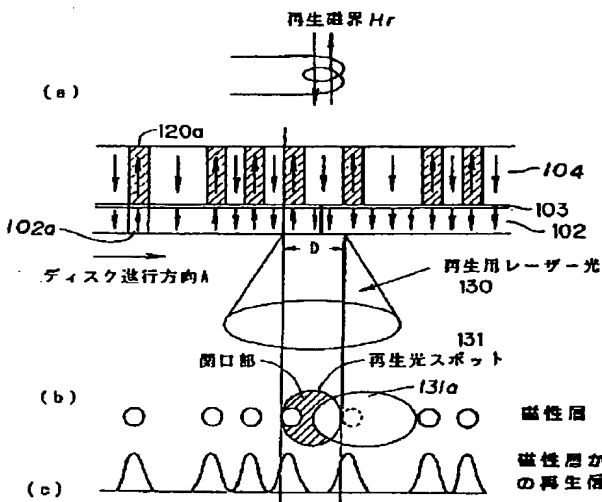
【図3】

【図3】



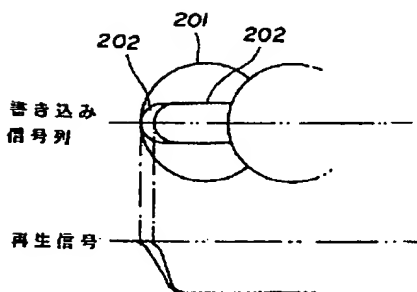
【図6】

【図6】



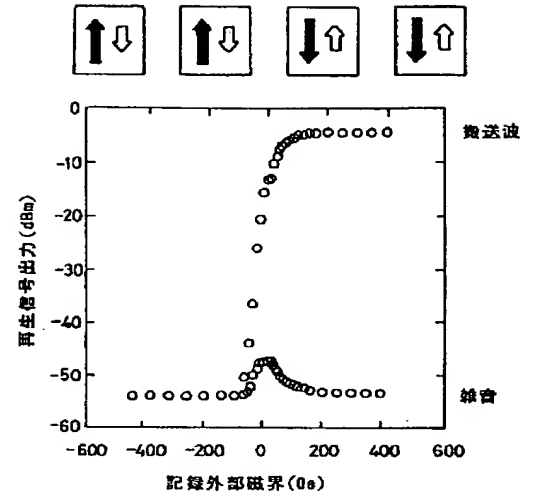
【図10】

【図10】



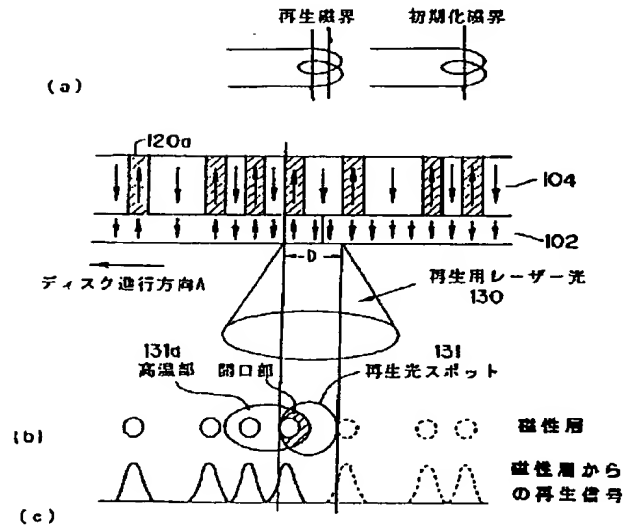
【図4】

【図4】



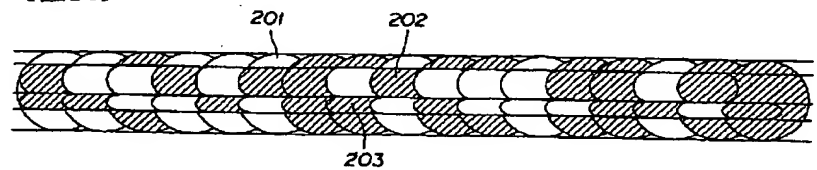
【図7】

【図7】



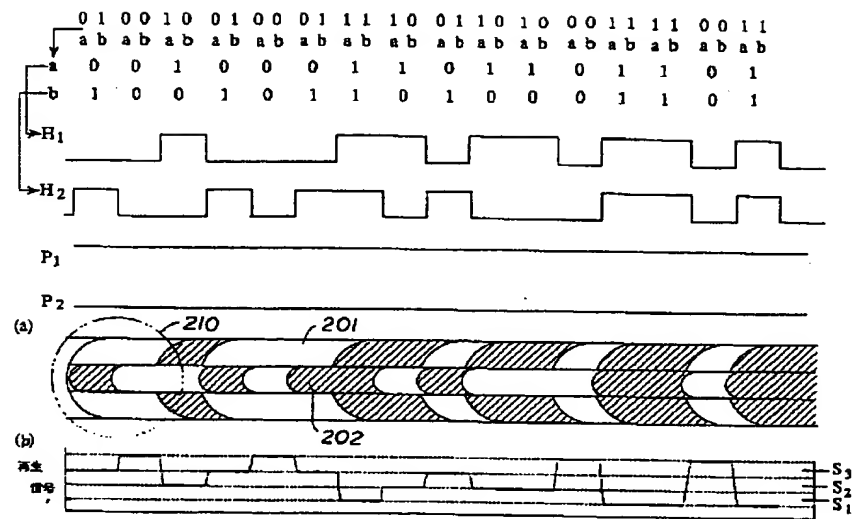
【図12】

【図12】



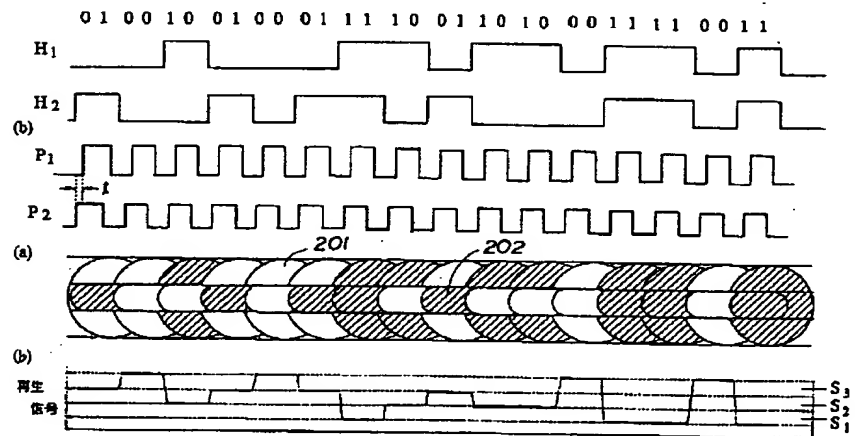
【図8】

【図8】



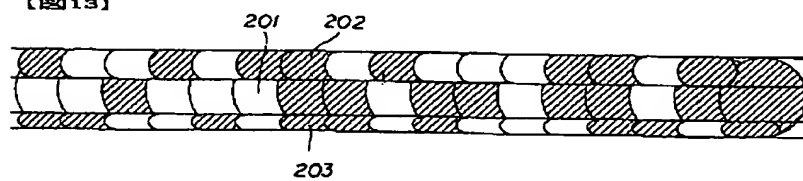
【図9】

【図9】

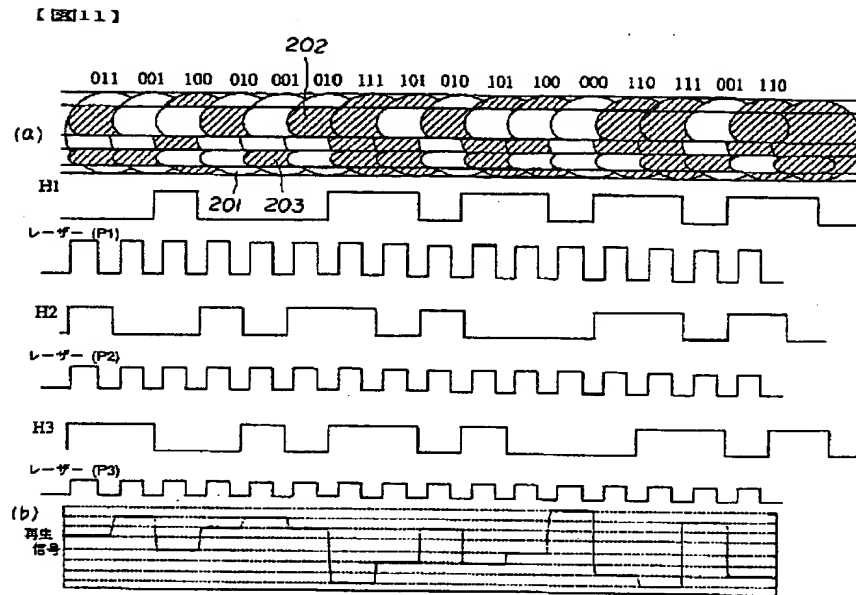


【図13】

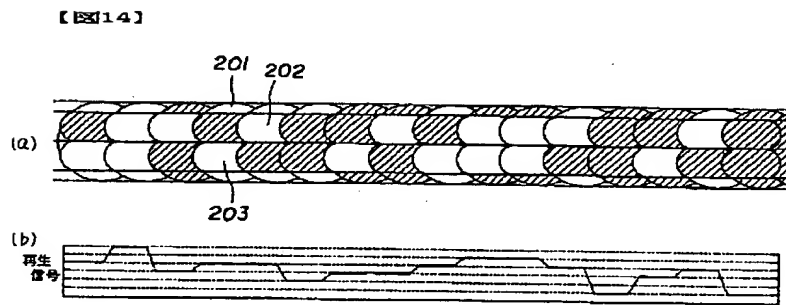
【図13】



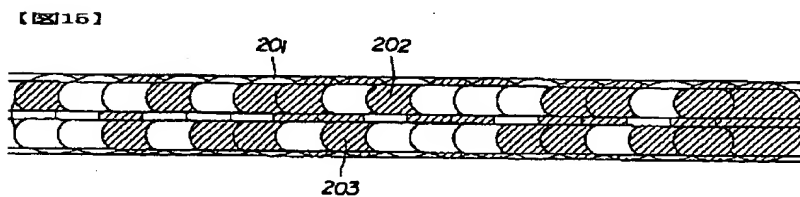
【図11】



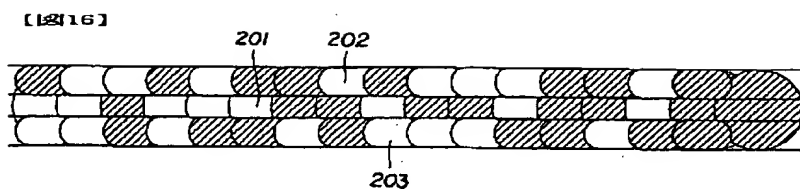
【図14】



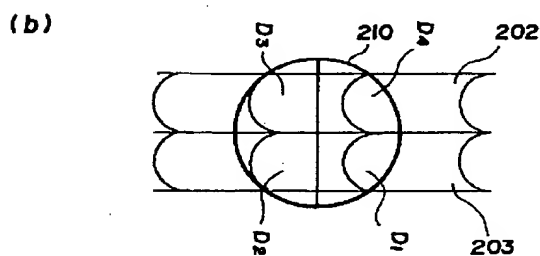
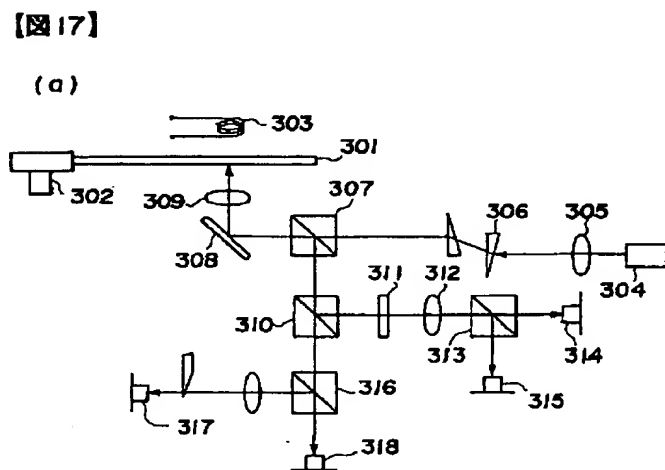
【図15】



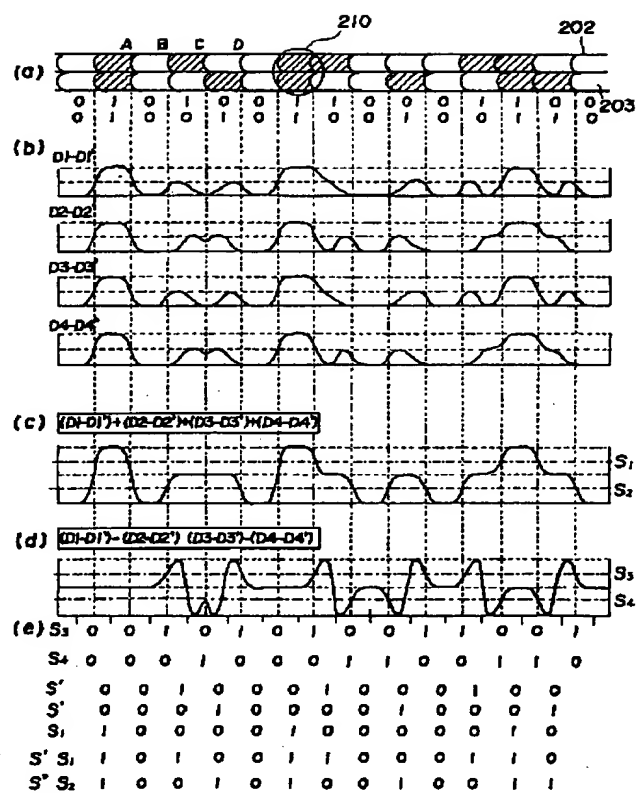
【図 16】



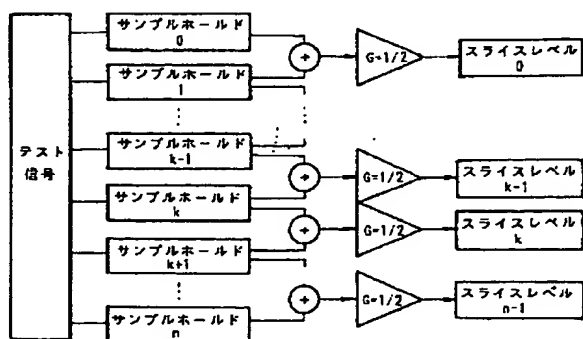
【图 1 7】



【図 18】

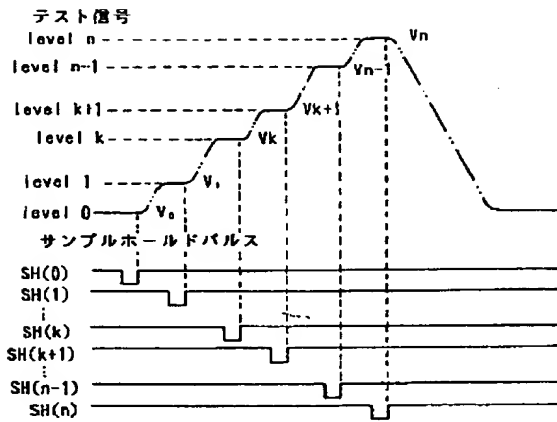


【図 20】



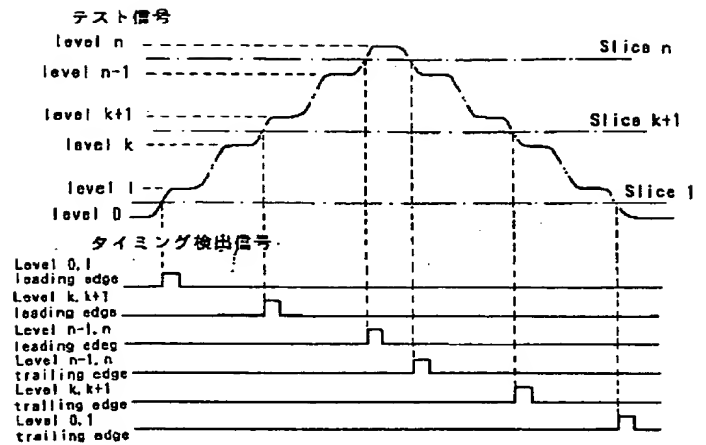
【図19】

【図19】



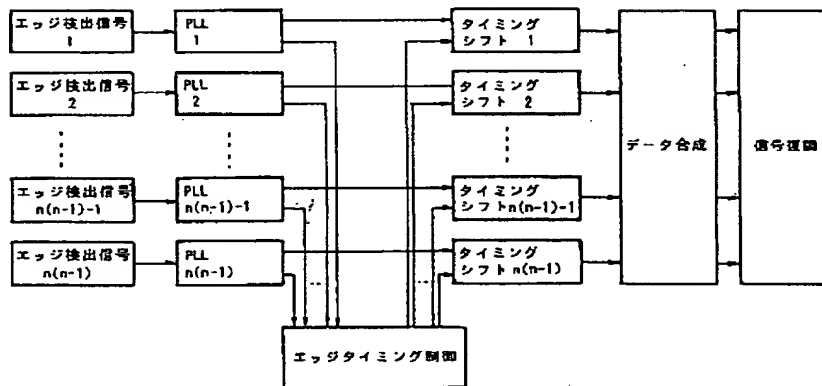
【図21】

【図21】



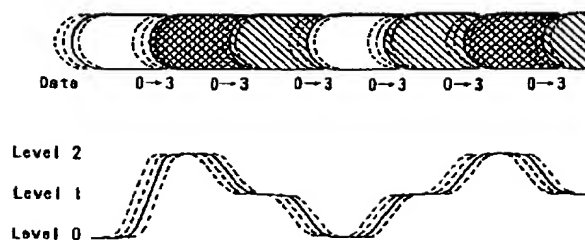
【図22】

【図22】



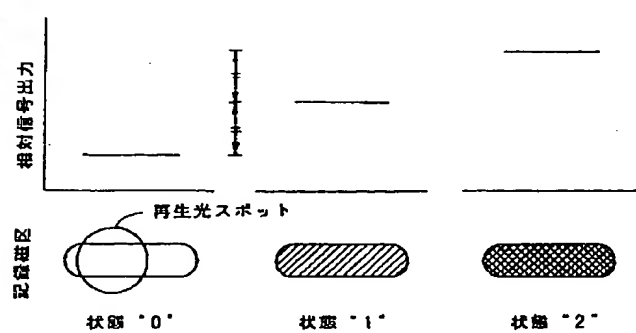
【図23】

【図23】



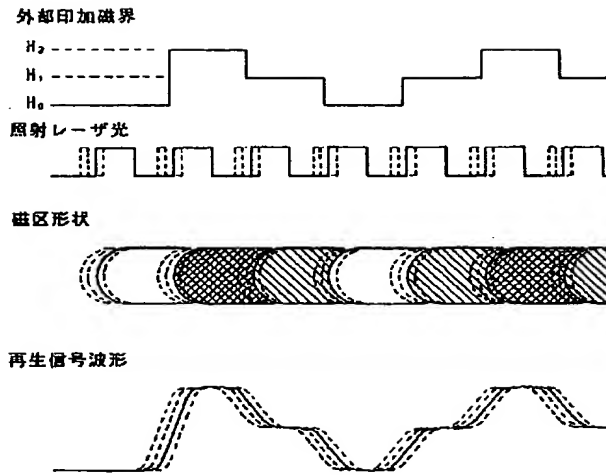
【図31】

【図31】



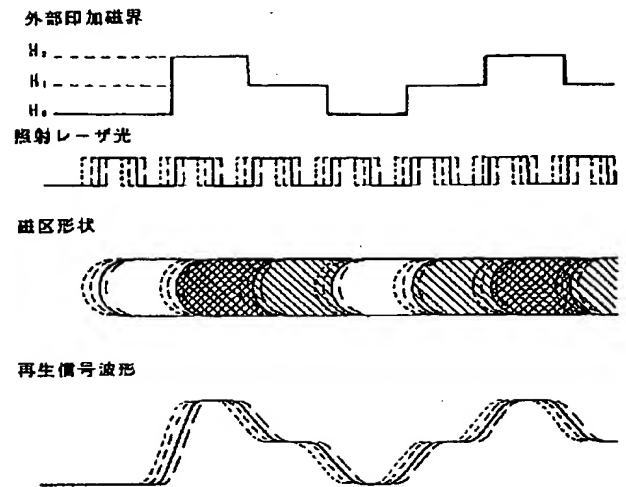
【図24】

【図24】



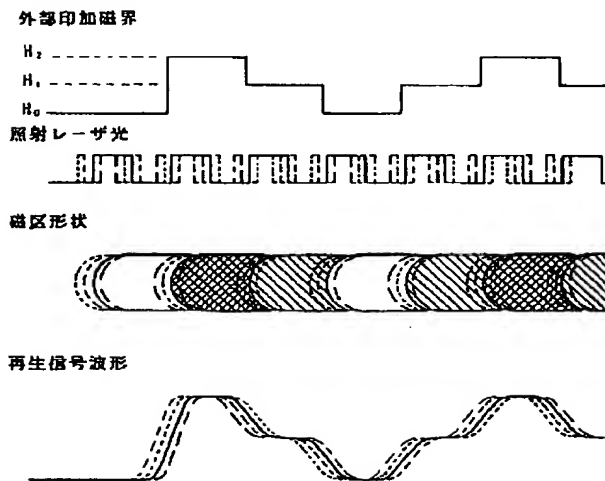
【図25】

【図25】



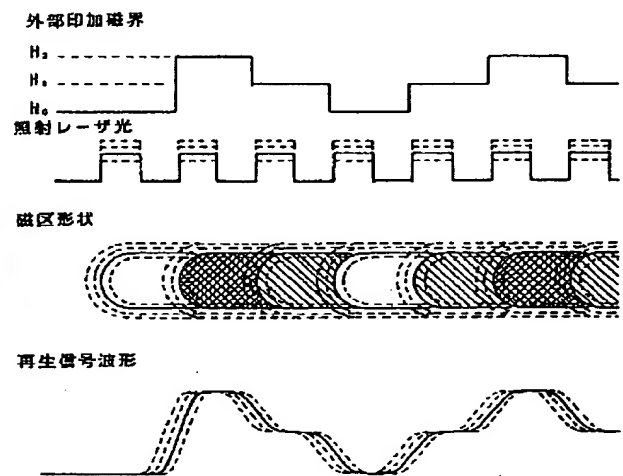
【図26】

【図26】



【図27】

【図27】



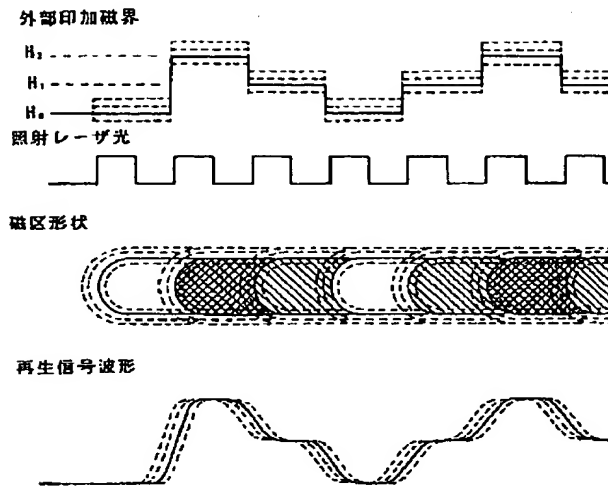
【図39】

【図39】

記録を所望する 4値符号	記録ドメインの有無			再生信号振幅 (S1+S2+S3)
	Tr1	Tr2	Tr3	
0	無し	無し	無し	10
1	無し	無し	有り	11
2	有り	無し	有り	12
3	有り	有り	無し	>13

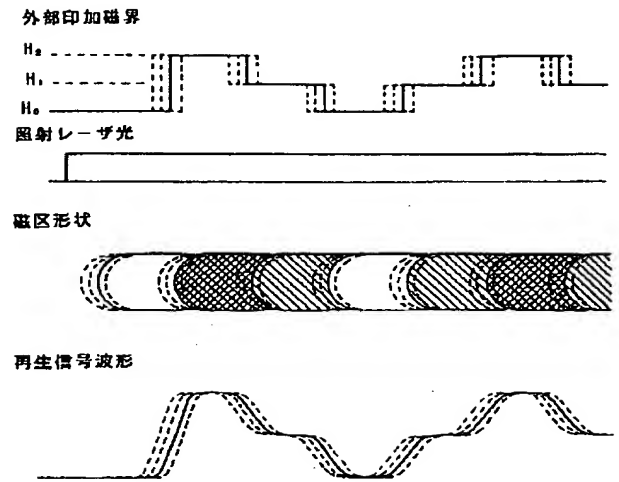
【図28】

【図28】



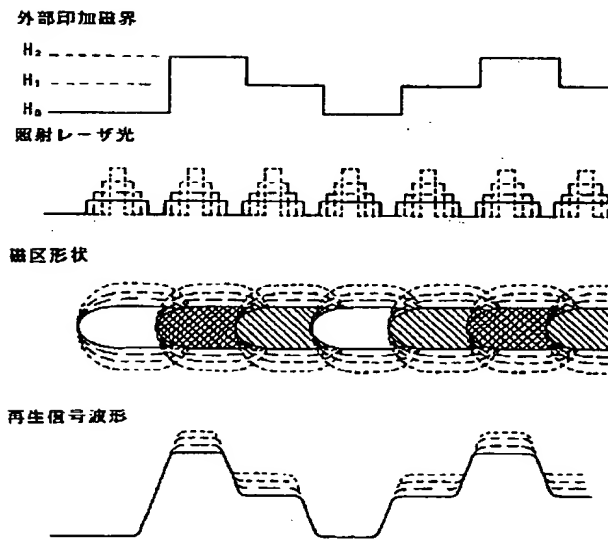
【図29】

【図29】



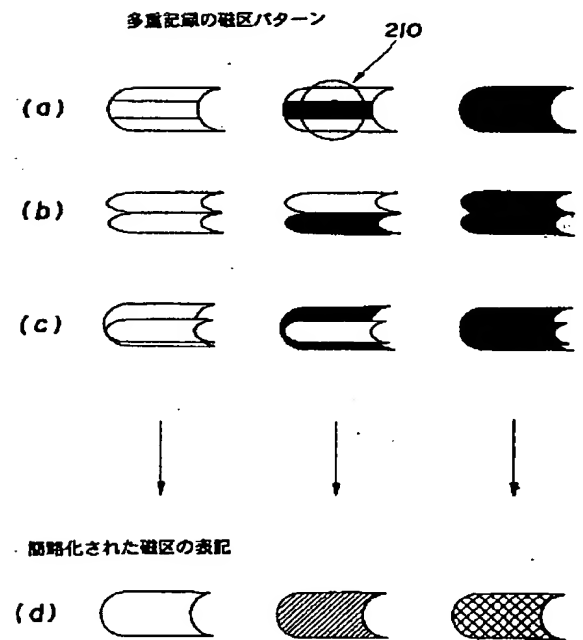
【図30】

【図30】



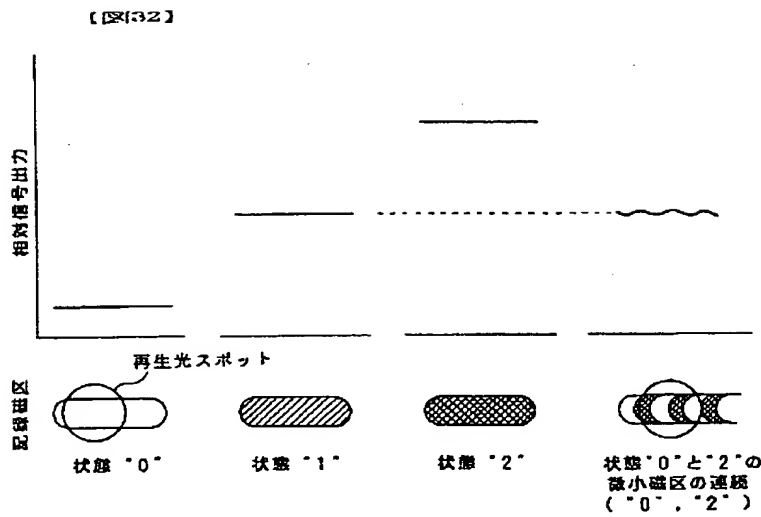
【図35】

【図35】

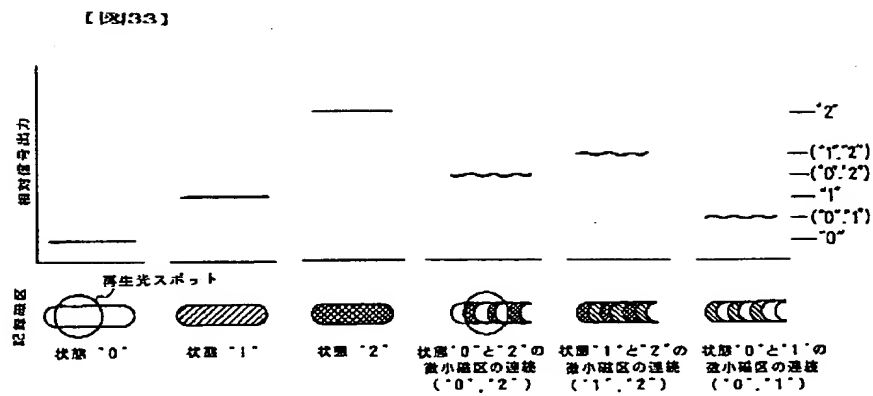




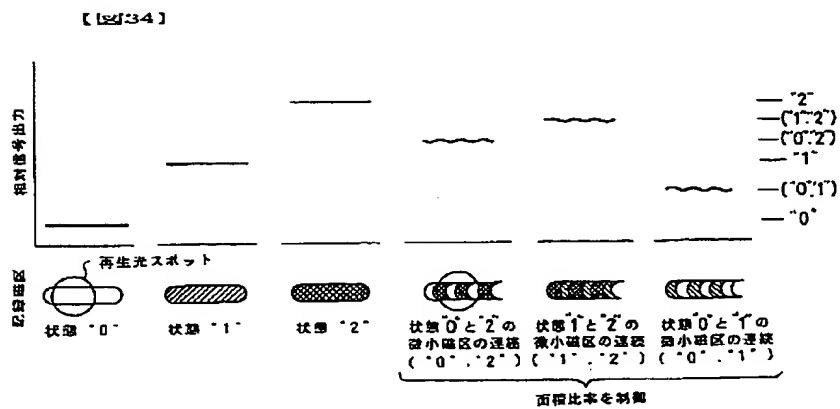
【図32】



【図33】

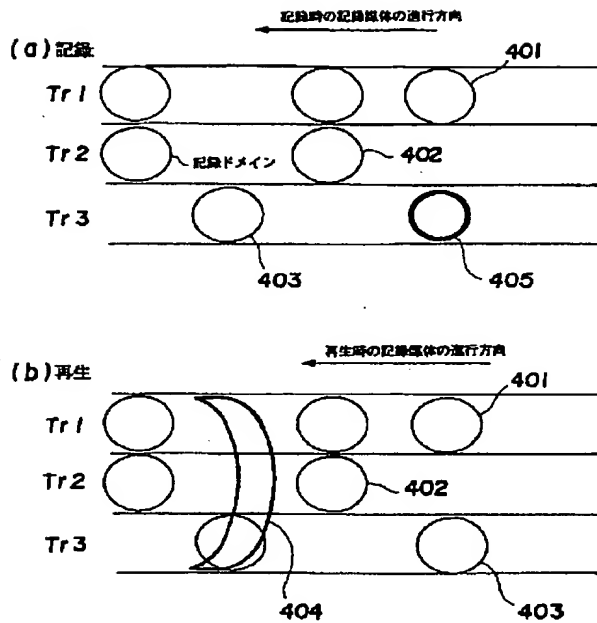


【図34】



【図36】

【図36】



【図38】

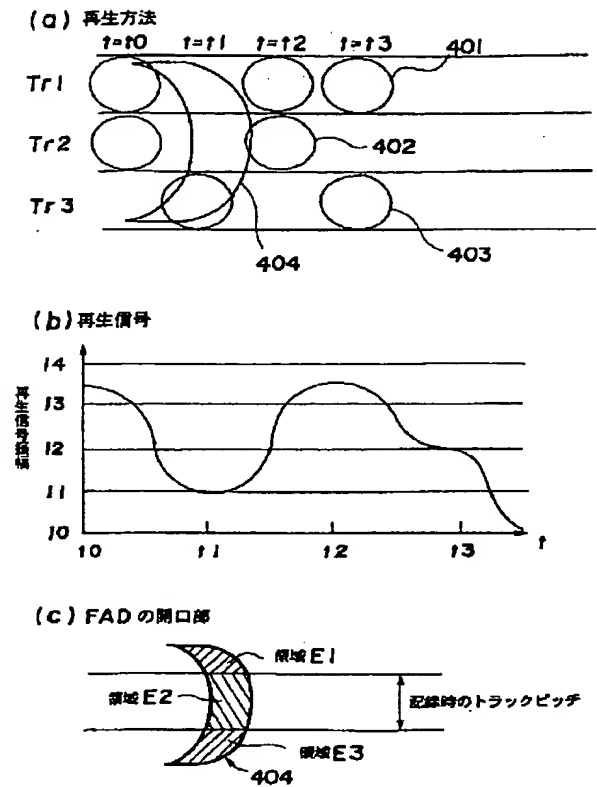
【図38】

	対応するトラック値の記録ドメインの有無	
	有り	無し
領域S1の信号振幅	11	10
領域S2の信号振幅	$> (12 - 10)$	10
領域S3の信号振幅	11	10

但し  $12 = 2 (11 - 10) + 10$   
 $13 = 3 (11 - 10) + 10$   
 $14 = 4 (11 - 10) + 10$

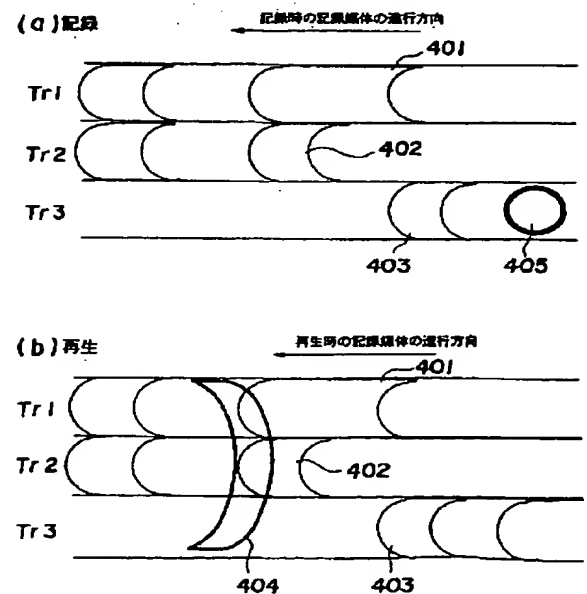
【図37】

【図37】



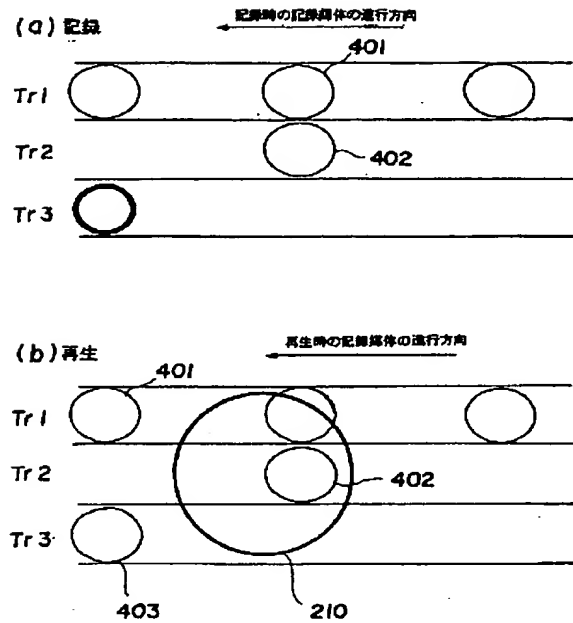
【図40】

【図40】



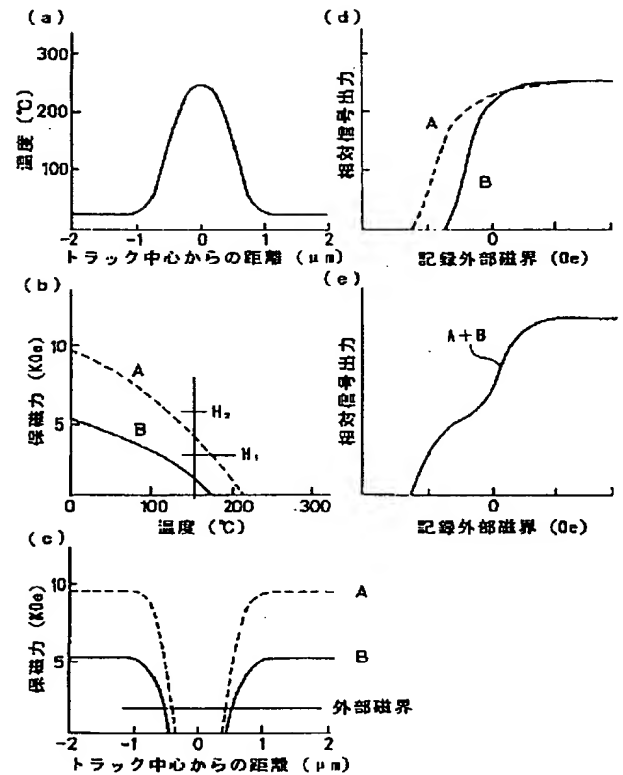
【図41】

【図41】



【図42】

【図42】



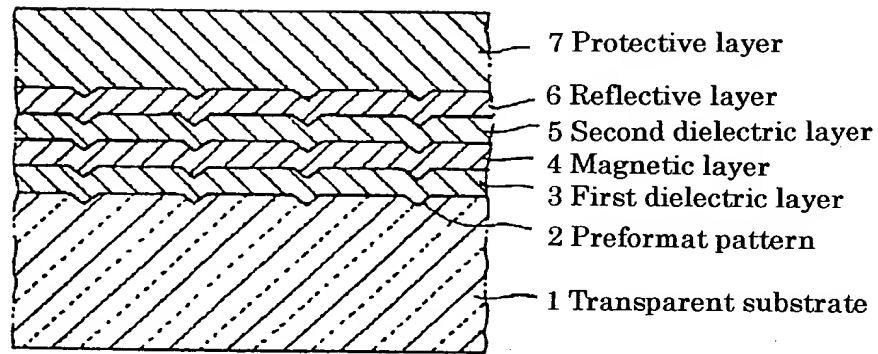
フロントページの続き

(72) 発明者 石塚 和子  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

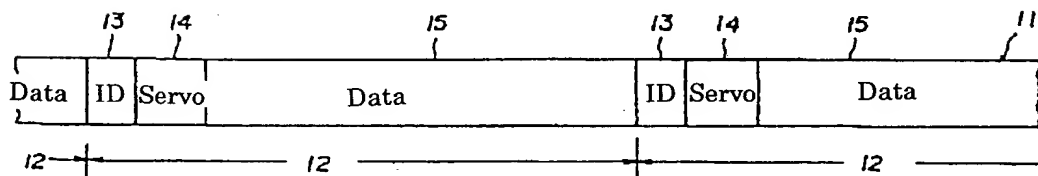
(72) 発明者 杉山 寿紀  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72) 発明者 今井 奨  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

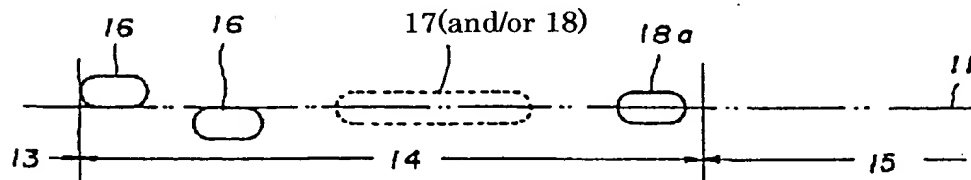
[FIG. 1]



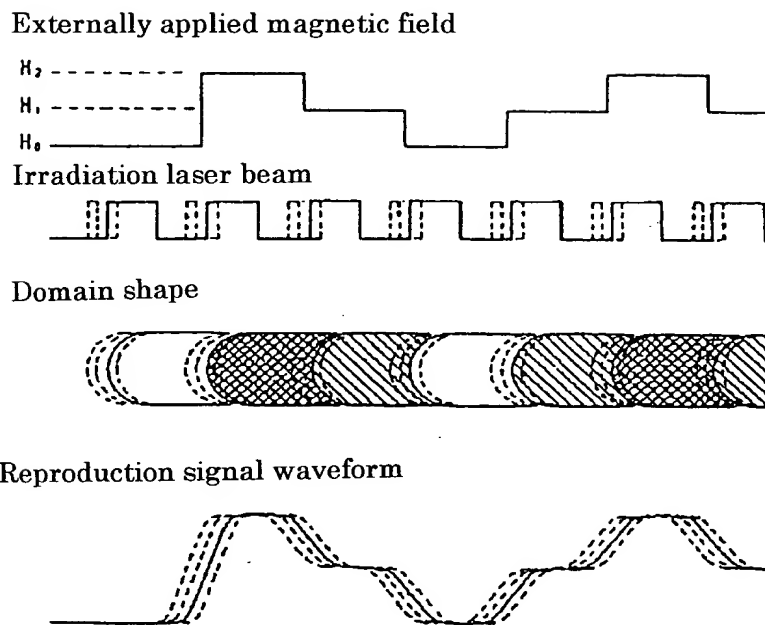
[FIG. 2]



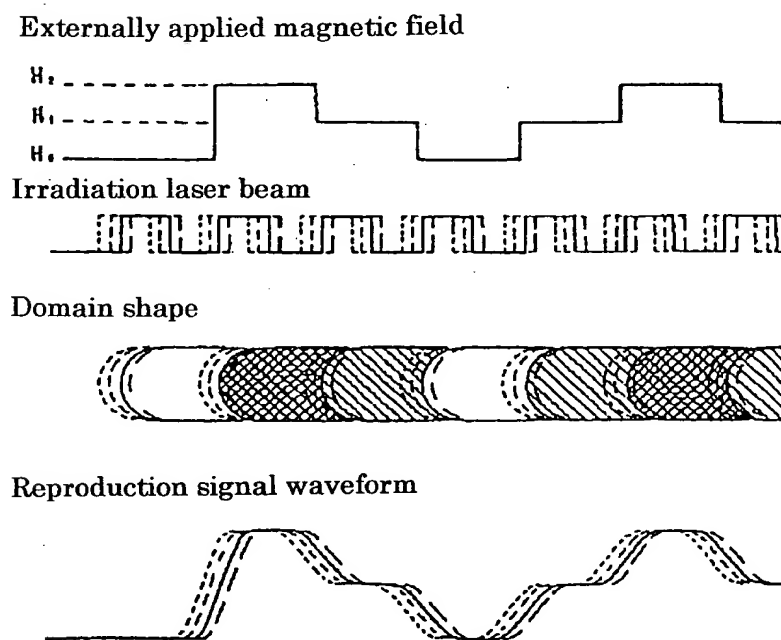
[FIG. 3]



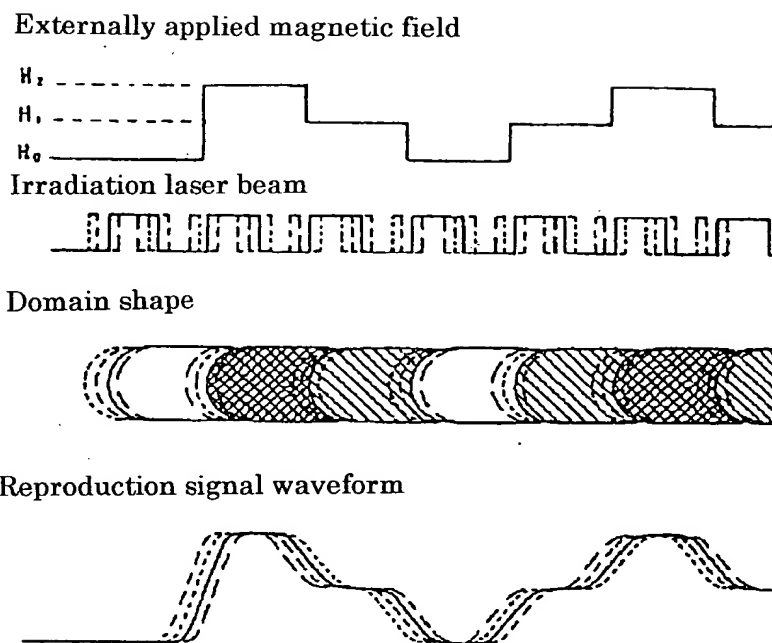
[FIG. 24]



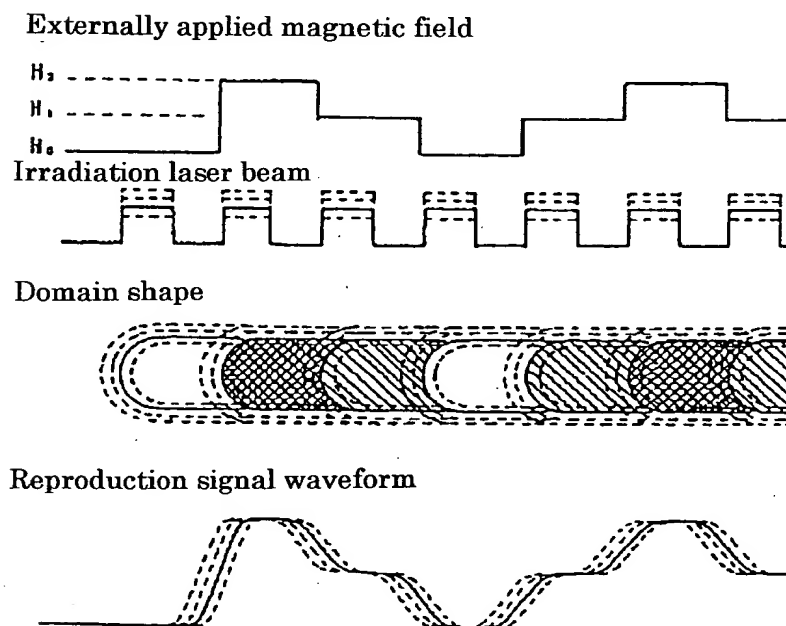
[FIG. 25]



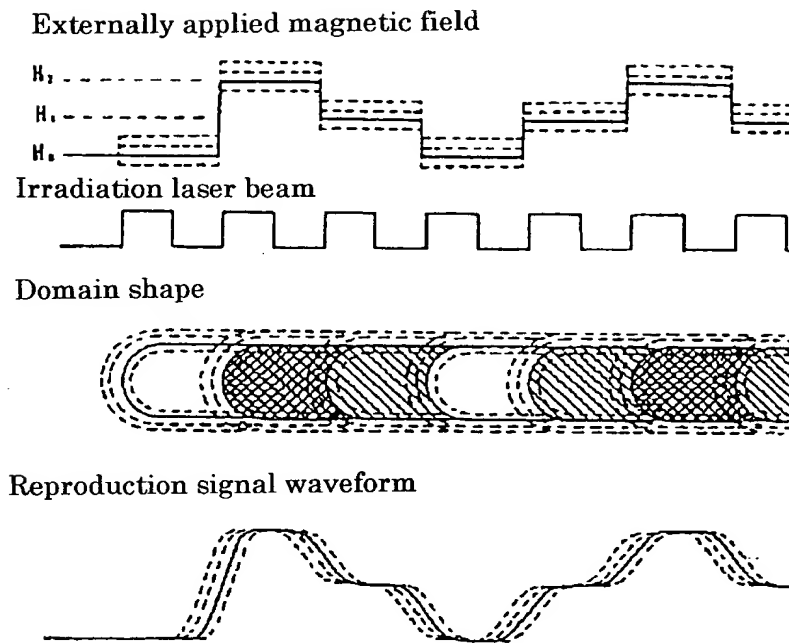
[FIG. 26]



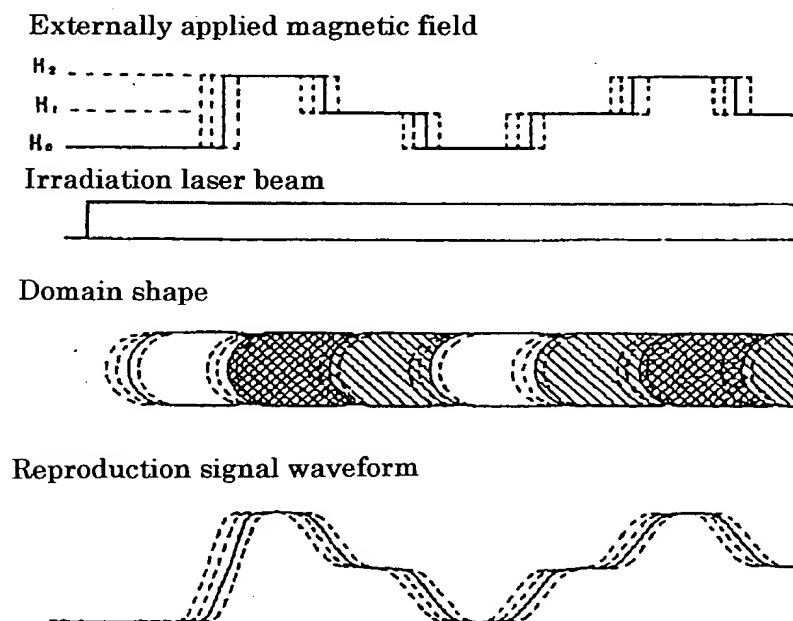
[FIG. 27]



[FIG. 28]



[FIG. 29]





[FIG. 35]

